



UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA SAWIT

Sumpono

S2 Pendidikan IPA, FKIP Universitas Bengkulu, Bengkulu - 38000

Sumpono1960@gmail.com

Abstrak

Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) hampir menyebar di seluruh wilayah Indonesia. Produk biomassa yang salah satunya tempurung Kelapa Sawit belum dimanfaatkan secara maksimal, bahkan dapat menjadi suatu limbah yang tidak memiliki nilai jual. Tempurung kelapa sawit berpotensi untuk diolah menjadi bahan bakar alternatif serta bahan ini dapat dioptimalkan sebagai karbon aktif. Dari beberapa analisis, kandungan kimia utama tempurung Kelapa Sawit seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin berpotensi untuk dijadikan asap cair yang mempunyai banyak manfaat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas antioksidan asap cair tempurung Kelapa Sawit serta sebagai antibakteri terhadap bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*. Pembuatan asap cair dilakukan dengan proses pirolisis, sedimentasi, penyaringan, destilasi dan redistilasi. Penentuan kadar fenol dilakukan dengan reagen Folin-Ciocalteu sedangkan kadar asam (lemah) asetat ditentukan dengan metode titrasi. Kemampuan sebagai antioksidan digunakan metode DPPH dan Uji efektifitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi dengan variasi konsentrasi asap cair yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dan sebagai pembanding digunakan amoxicillin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa randemen asap cair didapatkan 30% b/b, pH 2,2-2,4 ; kadar fenol 18,4% dan asam (lemah)asetat 4,8%). Aktivitas antioksidan menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 91,27 ppm yang dikategorikan sebagai aktivitas antioksidan yang kuat. Pada konsentrasi asap cair sebesar 15% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* dengan DDH (Diameter Daya Hambat) 5,44 mm dengan kekuatan antibakteri sedang, bakteri *Staphylococcus aureus* dengan DDH 5,2mm yang berkekuatan sedang, dan bakteri *Escherichia coli* dengan DDH 4,8mm yang berkekuatan lemah. Kesimpulan dari hasil penelitian adalah bahwa tempurung kelapa sawit dapat dibuat asap cair yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan dan antibakteri.

Kata kunci : proses pirolisis, diameter daya hambat

Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan yang menjadi andalan Indonesia untuk mendatangkan devisa setiap tahun. Bengkulu merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia. Meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun menyebabkan meningkatnya produk biomassa yang dapat memberikan dampak sebagai limbah baik berupa limbah padat maupun limbah cair.

Umumnya limbah padat industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan. Penumpukan dan pembakaran bukan merupakan metode yang tepat dan efektif untuk menangani

permasalahan limbah padat kelapa sawit. Salah satu teknologi alternatif yang dapat menjadi solusi bagi penanganan permasalahan limbah padat kelapa sawit ialah dengan teknik pirolisis. Dengan teknik pirolisis limbah padat kelapa sawit dapat diolah secara cepat menghasilkan produk berupa arang dan asap cair.

Asap cair diperoleh dari pengembunan asap hasil penguraian senyawa-senyawa organik pada proses pirolisis [Prasetyowati, 2014]. Hasil pirolisis dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin diantaranya akan menghasilkan asam organik, fenol, karbonil yang merupakan senyawa yang berperan dalam pengawetan makanan dan antioksidan [Darmadji, Purnama dan

Huda Triyudiana. 2006]. Fenol dan asam asetat merupakan antioksidan utama dalam asap cair. Peran antioksidan dari asap cair ditunjukkan oleh senyawa fenol dan asam asetat yang bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas dan menghambat reaksi rantai [Tamaela, P. 2003]. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat memperlambat proses oksidasi di dalam bahan pangan [Cahyadi, Wisnu. 2012].

Asap cair dapat bersifat antibakteri. Sifat sebagai antibakteri ini berkaitan dengan kandungan senyawa-senyawa dalam asap cair yaitu fenol dan asam asetat. Senyawa fenol mempunyai kemampuan merusak membran sitoplasma menyebabkan bocornya membran tersebut sehingga hal ini dapat mengganggu pertumbuhan bakteri bahkan bisa menyebabkan kematian. Asam asetat dalam asap cair juga mempunyai peranan penting pada asap cair sehingga bisa digunakan sebagai antibakteri. Hal ini dikarenakan asam asetat dapat menyebabkan destabilisasi bermacam-macam fungsi dan struktur komponen sel [Mutmainnah, BQ. 2010].

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang, rantai maupun tunggal. Bakteri ini mampu menghasilkan spora dan bersifat aerob obligat, dapat tumbuh pada suhu optimum pada suhu 25°C-35°C dan pH optimum pertumbuhannya pada kisaran 7-8. Bakteri ini merupakan salah satu bakteri yang berperan dalam pembusukan daging.

Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri yang hidup dipermukaan tubuh individu sehat tanpa membahayakan, terutama sekitar hidung, mulut, alat kelamin, dan rectum. Namun, ketika kulit kita mengalami luka atau tusukan, bakteri ini akan masuk melalui luka dan menyebabkan infeksi kulit [Jawetz, E, Menick, J.L, dan Adelberg, E.A. 2001].

Bakteri *Escherichia coli* adalah penyebab utama infeksi usus khususnya diare. *Escherichiacoli* termasuk kelompok bakteri berbentuk batang anaerob fakultatif gram negatif. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang secara normal terdapat di

dalam usus dan berperan dalam proses pembusukan sisa-sisa makanan. Namun bila keberadaannya telah diatas jumlah normal dan telah berpindah dari habitat normalnya, yaitu usus besar maka ia dapat membahayakan kesehatan [Meliawati, R.2009].

Pengobatan untuk penyakit infeksi usus adalah dengan pemberian agen antimikroba (antibiotik) seperti amoxilin, ciprofloxacin, kloramfenikol, dan lain-lain yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroba yang menginfeksi. Agen antimikroba (antibiotik) telah banyak ditemukan sekarang ini, tetapi beberapa diantaranya menjadi tidak efektif digunakan karena penggunaan antibiotik yang terus-menerus dapat menyebabkan resistensi bakteri [Hermansyah, Oky. 2009]. Oleh karena itu pencarian antimikroba baru yang lebih efektif dan aman menjadi perlu untuk terus dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas asap cair tempurung kelapa sawit terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri pada bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *escherichia coli*.

Metode Penelitian

1. Alat dan bahan penelitian

a. Alat

Reaktor pirolisis yang dilengkapi pendingin dan pemanas (Rancangan S2 Pended IPA FKIP Unib), alat gelas, timbangan analitik, seperangkat alat destilasi, seperangkat alat sedimentasi (dekantasi), Laminar air flow (NU 126 300E), spektrofotometer (PD 303S APEL), autoklaf (HY 230S HUNG YI), hotplate magnetic stirrer (HP 3000L JEIO TECH), neraca analitik (BEL), pH meter, vortex mixer (VM-96B JEIO TECH), inkubator (PROILABO), mikropipet (eppendorf), kuvet, rak kuvet, lumpang, mortar, gelas kimia, gelas ukur, erlenmeyer, cawan petri, kawat ose, pipet tetes, spatula, lampu spritus, penggaris, penjepit kayu.

b. Bahan

Tempurung kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan asap cair, kompor, LPG, serbuk nutrient agar (NA), serbuk nutrient broth (NB), biakan bakteri (koleksi lab. Biologi, Basic Science UNIB): *Bacillus Subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *E. Coli*, biuret, aquades, bides, alkohol, alumunium foil, kasa, tisu, sarung tangan, chemicalia uji fenol, uji kadar asam.

2. Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair melalui proses pirolisis dilakukan dengan menggunakan peralatan reaktor pirolisis (Rancangan s2 Pendidikan IPA FKIP Unib). Pemurnian asap cair dilakukan dengan proses sedimentasi dan didistilasi pada suhu 200°C. Proses sedimentasi dilakukan dengan menempatkan asap cair hasil pirolisis dalam tabung kaca selama 7 hari untuk dipisahkan fraksi padat (TAR) dan diamati pengendapannya setiap hari. Asap cair yang telah diendapkan disaring dengan menggunakan filter selulosa dalam tekanan atmosfer, kemudian dilakukan destilasi pada suhu 200°C.

3. Penentuan kadar Fenol dan pH Asap Cair

Uji kualitatif senyawa fenol dilakukan dengan cara menambahkan FeCl_3 1% [Aditria, Riswandi., dkk. 2013]. Uji positif ditandai dengan terbentuknya warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam pekat. Kadar fenol asap cair cangkang buah karet dilakukan dengan menggunakan metode Folin-ciocalteu. Asap cair sebanyak 50 μL diencerkan menggunakan aquades hingga volume 20 mL. Dari 20 mL sampel yang telah diencerkan, dipipet sebanyak 0,5 mL dan diletakkan pada tabung reaksi. Ditambahkan 0,5 mL reagen Folin Ciocalteu dan didiamkan selama 3 menit, kemudian dikocok dalam vortex shaker. Ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 5% dikocok dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum.

Penentuan kadar asam asetat asap cair cangkang buah karet dilakukan dengan menggunakan metode asam tertitrisasi. Proses titrasi diawali dengan mengambil asap cair sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan aquades hingga volume 100 mL. Lalu ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 2-3 tetes dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai titik akhir titrasi, yaitu berubahnya warna sampel menjadi merah keunguan dan stabil (tidak berubah bila dihomogenkan). Pengukuran pH asap cair dilakukan dengan menggunakan pH meter.

4. Uji aktivitas antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Dipipet 1 mL asap cair dengan berbagai konsentrasi ditambahkan 1 mL DPPH 40 ppm dan ditambahkan 2 mL metanol. Kemudian larutan uji diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit dan diukur panjang gelombang maksimum [Sudarmadji, Slamet, et al. 2007].

5. Peremajaan Biakan Bakteri

Sebelum memulai pengujian, bakteri perlu diremajakan terlebih dahulu dengan menggunakan media agar miring NA selama 24 jam. Bakteri yang akan diujikan kemudian dimasukkan ke dalam agar miring dengan cara menggoreskan biakan ke dinding agar miring NA. Selanjutnya biakan bakteri tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

6. Uji aktivitas antibakteri

Satu ose biakan bakteri pada agar miring dicampurkan kedalam 50 mL media NB sebagai suspensi bakteri yang *distirrer* selama \pm 24 jam. Suspensi bakteri yang berubah menjadi keruh dibandingkan kondisi awal, diukur OD (*Optical Density*) dengan panjang gelombang yang sesuai untuk tiap jenis bakteri menggunakan spektrofotometer (PD30S). OD bakteri *B.subtilis*, 0,6 dengan panjang gelombang 580 nm

Selanjutnya media cair tersebut dicampurkan ke dalam nutrient agar, yaitu

sebanyak 100 ml NA ditambahkan dengan 2 ml biakan bakteri yang berada di dalam media NB. Kemudian dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 20 ml tiap cawan. Dibuat paper-disk dengan diameter 5 mm. Sampel uji yang digunakan yaitu asap cair tempurung kelapa dan kelapa sawit dengan 4 variasi konsentrasi 5 %, 10 %, 15%, 20 % dan 25% (v/v), antibiotik amoxicilin 15 mg/ml sebagai kontrol positif. Pada tiap paper-disk diteteskan sampel uji sebanyak 10 uL, kemudian diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam.

7. Penghitungan Zona Hambat

Zona hambat ditentukan dengan cara metoda cakram diukur dengan alat ukur penggaris. Adanya area yang jernih di sekitar paper-disk mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri pada media agar. Pengukuran zona hambat atau Diameter Daya Hambat (DDH) dilakukan tiga kali pada sudut pandang yang berbeda. Perhitungan diameter daya hambat dikurangi dengan diameter paper-disk (5 mm). Aktivitas antibakterial asap cair terhadap bakteri *Bacillus Subtilis* dan ditentukan Konsentrasi Hambat Minimumnya (KHM).

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Asap Cair Tempurung Kelapa Sawit

Pada penelitian ini asap cair yang diperoleh berwarna coklat kehitaman dan terdapat tar yang berwarna hitam pekat. Sifat fisik asap cair tempurung kelapa sawit hasil pirolisis dan dapat dilihat pada tabel 1.

Setelah dilakukan pirolisis, selanjutnya dilakukan proses sedimentasi/pengendapan selama 7 hari. Pada proses sedimentasi ini, dihasilkan % rendamen asap cair tempurung kelapa sawit yaitu 41%. Proses sedimentasi ini bertujuan untuk memisahkan tar agar tar teringgal pada wadah, dimana tar merupakan salah satu hasil dari pirolisis lignin yang memiliki pengaruh buruk dan bersifat karsinogenik sehingga perlu dilakukan pemisahan dari asap cair. Setelah proses penyaringan ini didapatkan asap cair yang lebih jernih

dibandingkan asap cair hasil pirolisis. Untuk mendapatkan asam cair grade 1 dilakukan proses destilasi yang dilanjutkan dengan redistilasi. Asap cair yang dihasilkan pada akhir proses adalah asap cair dengan rendamen 30% b/b (tabel 1).

Tabel 1.
Data fisik asap cair tempurung kelapa sawit

Parameter	Data
Suhu destilasi	200°C
Warna	Kuning jernih
Bau	Hampir tidak berbau
Massa jenis	1,01 gr/ml
Rendamen	30,0%

Banyaknya kadar fenol pada asap cair tergantung dari bahan baku asap cair, semakain keras bahan baku asap cair atau semakain banyak komponen lignin yang terkandung dari bahan baku asap cair maka semakain besar kadar fenolnya.

2. Aktivitas Antioksidan

Metode yang digunakan pada penentuan aktivitas antioksidan asap cair tempurung kelapa sawit adalah menggunakan metode DPPH (*2,2-difenil-1-pikrihidrazil*). Metode DPPH ini menggunakan DPPH (*2,2-difenil-1-pikrihidrazil*) sebagai radikal bebas. Metode ini dipilih karena metodenya sederhana, cepat, dan mudah untuk skrining aktivitas penangkapan radikal beberapa senyawa, selain itu metode ini terbukti akurat dan praktis [Prakash, A., Rigelhof, F., Miller, E. 2001]. Absorbansi DPPH yang terukur adalah absorbansi dari DPPH yang tersisa setelah direaksikan dengan larutan uji. Dari nilai absorbansi DPPH sisa dapat diketahui aktivitas antioksidan tiap larutan uji dalam menghambat radikal bebas DPPH. Dari nilai absorbansi yang diperoleh lalu dihitung persen inhibisi (peredaman) terhadap radikal bebas DPPH, yaitu besarnya aktivitas senyawa antioksidan yang dapat menangkap radikal bebas DPPH. Nilai absorbansi yang diperoleh

dihitung persen inhibisinya dengan rumus

:

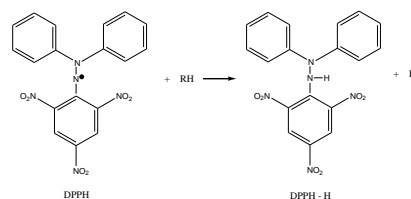
$$\% \text{Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi DPPH kontrol} - \text{Absorbansi DPPH sisa}}{\text{Absorbansi DPPH kontrol}} \times 100 \%$$

- Absorbansi kontrol (blanko) = absorbansi DPPH tanpa penambahan larutan uji
- Absorbansi DPPH sisa = absorbansi DPPH setelah penambahan larutan uji

Besar aktivitas antioksidan asap cair cangkang buah karet dapat ditentukan dari nilai *inhibitor concentration 50%* (IC₅₀). IC₅₀ merupakan nilai yang menunjukkan konsentrasi sampel yang mampu menghambat aktivitas radikal sebesar 50% [Molyneux P. 2004]. Masing-masing nilai % inhibisi dan konsentrasi yang telah diketahui diplot pada grafik sehingga didapat persamaan linier $y = mx + c$ dengan mengganti nilai y dengan 50 dari persamaan garis linier, maka akan didapat nilai x yang merupakan nilai IC₅₀.

Nilai IC₅₀ yang didapatkan dari persamaan garis lurus sebesar 91,27 ppm. Semakin kecil nilai IC₅₀ maka semakin kuat aktivitas antioksidan senyawa tersebut. Suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC₅₀ bernilai kurang dari 50 ppm, aktif jika bernilai 50-100 ppm, sedang jika bernilai 101-250 ppm dan lemah jika bernilai 250-500 ppm. Nilai IC₅₀ yang diperoleh dapat dikatakan bahwa asap cair cangkang buah karet mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang.

Terjadinya penurunan absorbansi dan perubahan warna pada sampel uji menandakan adanya elektron atau atom hidrogen yang disumbangkan larutan uji sebagai antioksidan ke DPPH. Semakin tinggi konsentrasi larutan uji berarti semakin banyak elektron atau atom hidrogen yang akan disumbangkan kepada radikal bebas DPPH. Reaksi yang terjadi antara radikal DPPH dan senyawa antioksidan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Reaksi Peredaman Radikal DPPH oleh Senyawa Antioksidan

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa senyawa antioksidan (RH) melepas atom hidrogen menjadi radikal senyawa antioksidan (R^{*}). DPPH merupakan radikal bebas yang direaksikan dengan senyawa antioksidan dan menjadi DPPH bentuk tereduksi (DPPH-H). Mekanisme penangkapan radikal DPPH, yaitu melalui donor atom H dari senyawa antioksidan yang menyebabkan peredaman warna radikal pikrihidrazil yang berwarna ungu menjadi pikrihidrazil berwarna kuning yang nonradikal.

Aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri ini dilakukan dengan metode cakram. Metode cakram merupakan salah satu dari metode difusi dalam uji aktivitas antibakteri. Metode ini dilakukan dengan pembuatan cakram berdiameter 5 mm dan diletakkan pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri yang selanjutnya ditetesi dengan asap cair sebagai sampel yang akan diuji. Setelah diinkubasi pada $T = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan disekeliling cakram ditandai dengan zona bening. Zona hambat yang terbentuk pada uji antibakteri terbagi menjadi dua, yaitu yang bersifat total apabila daerah sekeliling silinder cakram berwarna jernih yang berarti bakteri uji benar-benar sensitif terhadap konsentrasi asap cair yang ditambahkan dan bersifat parsial apabila zona hambat yang terbentuk disekeliling silinder cakram masih terdapat beberapa koloni bakteri uji. Hasil penelitian menunjukkan adanya daerah hambat disekitar cakram pada tiap konsentrasi

asap cair. Pada kontrol positif menggunakan antibiotik amoxicilin 15 mg/ml sebagai pembanding, karena amoxicilin termasuk antibiotik berspektrum luas yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif dengan cara menghambat sintesis protein bakteri.

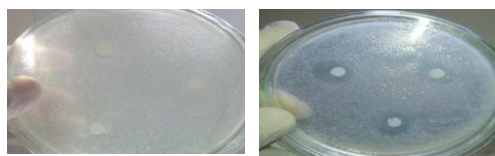
Pengukuran diameter daya hambat (DDH) dilakukan dengan 3 macam sudut pandang yang berbeda pada tiap cakram. Rata-rata pengukuran DDH dinyatakan sebagai DDH. Pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25% (v/v) asap cair memberikan kemampuan aktivitas yang menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* dengan perbedaan yang sangat nyata.

Tabel 2. Pengamatan Diameter Daya Hambat bakteri *B. subtilis*

No	Konsentrasi Asap cair Tempurung	Ulangan	DDH (X±SD) mm		Uji duncan	Kekuatan antibakteri
1	Sawit 5%	3	2.889	± 0.509	a	Lemah
2	Sawit 10%	3	3.333	± 1.155	a/b*	Lemah
3	Sawit 15%	3	5.444	± 0.770	c/d*	Sedang
4	Sawit 20%	3	6.333	± 0.882	d	Sedang
5	Sawit 25%	3	6.556	± 0.694	d/e*	sedang
6	Amoxicilin	3	17.667	± 0.577	f	Kuat

Keterangan : * = angka-angka yang diikuti oleh notasi yang sama berarti berbeda tidak nyata, dan apabila tidak disertai huruf yang sama maka berbeda nyata.

Hasil uji, konsentrasi asap cair yang efektif dalam menghambat *Bacillus subtilis* yaitu konsentrasi minimum dengan daya hambat besar, yaitu pada konsentrasi asap cair tempurung kelapa sawit 15% dengan kategori kekuatan antibakteri yang tergolong sedang.



a

b

Gambar 3. Contoh Zona bening pada mikroba akibat dari: (a) Asap Cair Tempurung Kelapa Sawit (b) antibiotik Amoxicilin

Fenol sebagai komponen kimia dominan dalam asap cair tempurung kelapa sawit dan bersifat bakteriostatik maupun bakteriosidal. Senyawa fenol merusak dinding bakteri dengan memutuskan ikatan peptidoglikan (Pelczar dan Chan dalam Dewi dkk, 2014). Fenol diduga dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan sel bakteri, sehingga lapisan sel tidak terbentuk secara utuh. Senyawa fenol dan turunannya mudah membentuk kompleks protein melalui ikatan hidrogen. Senyawa fenol dan turunannya juga bekerja mengendapkan protein sel bakteri. Fenol berinteraksi terhadap sel bakteri melalui adsorpsi sehingga mengakibatkan terjadinya ikatan hidrogen. Pada kadar rendah terbentuk kompleks protein-fenol dengan ikatan lemah dan segera mengalami penguraian diikuti penetrasi fenol ke dalam sel sehingga menyebabkan denaturasi protein. Pada kadar tinggi fenol menyebabkan koagulasi protein dan lisisnya membran.

Selain mengandung senyawa fenol dalam asap cair tempurung kelapa dan kelapa sawit mengandung senyawa asam. Asam organik merupakan pengawet makanan yang bekerja sebagai pereduksi pertumbuhan bakteri dengan cara menurunkan pH pada makanan ke tingkat pH yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Prinsip penghambatan bakteri oleh asam organik adalah bagian asam yang tak terdisosiasi dapat melakukan penetrasi ke dalam dinding sel bakteri untuk mengganggu fisiologi normal sel. Pertumbuhan *Bacillus subtilis* di sekitar zona hambat yang kurang subur, diduga karena adanya pengaruh senyawa aktif di daerah tersebut yang menyebabkan nutrisi dari asap cair yang berdifusi ke dalam medium tidak dapat diserap dengan baik oleh sel bakteri. Pertumbuhan bakteri yang tinggi di sekitar zona hambatan dimungkinkan juga sebagai respons bakteri

untuk mematahkan pengaruh zat antibakteri asap cair.

Hasil pengujian asap cair terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan kemampuan yang berbeda disetiap konsentrasi yang diberikan.

Tabel 3. Diameter zona hambat asap cair terhadap *Staphylococcus aureus*

konsentrasi	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
5%	2	2	2	6	2
10%	3	4	4	11	3,6
15%	5,5	5	5	15,5	5,2
20%	5	6	5	16	5,3
25%	6	6	5	17	5,6

Berdasarkan data diameter zona hambat diatas, konsentrasi asap cair cangkang buah karet yang efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* adalah 15%. Pada konsentrasi tersebut daya antibakterinya sudah dikategorikan sedang karena menunjukkan zona hambatan yaitu 5,2 mm.

Hasil pengujian asap cair terhadap bakteri *Escherichia coli* maka dalam penelitian ini didapatkan hasil seperti pada tabel 4.

Tabel 3: Hasil Diameter zona hambat asap cair terhadap *Escherichia coli*

konsentrasi	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
5%	2	3	3	8	2,7
10%	3	4	4	11	3,7
15%	5	4,4	5	14,4	4,8
20%	5	5	4,8	15	4,9
25%	6	5,5	5	16,5	5,5

Berdasarkan tabel 4, hasil pengujian antibakteri asap cair tempurung kelapa sawit, diketahui bahwa semakin besar konsentrasi asap cair maka diameter

zona bening semakin besar.. Pada percobaan ini juga dilakukan uji antibakteri untuk kontrol positif yaitu menggunakan penambahan antibiotik amoxicilin. Kontrol positif ini digunakan bertujuan untuk membandingkan pola hambatan pertumbuhan bakteri uji serta sebagai pembanding kemampuan aktivitas antibakteri dari asap cair dalam menghambat bakteri uji.

Kriteria diameter zona bening terhadap respon hambatan pertumbuhan bakteri yaitu lemah (< 5 mm), sedang (5-10 mm), kuat (10-20 mm) dan sangat kuat (> 20 mm) [16]. Dari hasil pengujian anti bakteri menunjukkan konsentrasi 15 % asap cair mempunyai respon hambatan pertumbuhan bakterinya lemah, konsentrasi 20 % asap cair mempunyai respon hambatan pertumbuhan bakterinya lemah, konsentrasi 25 % asap cair masih memiliki respon hambatan pertumbuhan bakterinya sedang.

Simpulan

Kadar fenol asap cair tempurung kelapa adalah sebesar 18,4%. Kadar asam asetat asap cair tempurung kelapa sawit adalah sebesar 4,8% dan mempunyai pH 2,2 – 2,4. Asap cair mampu menurunkan jumlah radikal bebas DPPH dengan IC₅₀ sebesar 91,27. Berdasarkan nilai IC₅₀ yang didapatkan dapat dikatakan bahwa antioksidan asap cair tempurung kelapa sawit tergolong kuat.

Pada konsentrasi asap cair sebesar 15% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* dengan DDH 5,44 mm dengan kekuatan antibakteri sedang, bakteri *Staphylococcus aureus* dengan DDH 5,2mm yang berkekuatan sedang, dan bakteri *Escherichia coli* dengan DDH 4,8mm yang berkekuatan lemah

REKOMENDASI

Hasil penelitian terbukti bahwa tempurung kelapa sawit dapat diolah menjadi asap cair yang mempunyai aktivitas antioksidan dan anti bakteri pada bakteri yang sangat dekat dengan

kehidupan manusia. Oleh karena itu perlu dilakukan uji toksisitas pada asap cair tempurung kelapa sawit untuk menentukan dosis letal median (LD₅₀) serta pengembangannya pada pengawetan bahan pangan.

Daftar Pustaka

- Aditria, Riswandi., dkk. 2013. *Identifikasi Komponen Penyusun Asap Cair dari Ampas Sagu dan Kulit Batang Tanaman Sagu (Metroxylon sagu Rottb) serta Penentuan Senyawa Fenolat Total dan Aktivitas Antioksidan*. Chem Info. Vol.1 No. 1: 240-246
- Cahyadi, Wisnu. 2012. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara. ISBN 979-010-464-8
- Darmadji, Purnama dan Huda Triyudiana. 2006. *Proses pemurnian Asap Cair dan Simulasi Akumulasi Kadar Benzopyrene pada Proses Perendaman Ikan*. Agritech Vol.26 No. 2: 74-82
- Dewi dkk. 2014. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Majapahit (*Crescentia cujete*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu. *Jurnal Biologi*. Vol.3: 51-57
- Hermansyah, Oky. 2009. *Uji Aktivitas dan Mekanisme Kerja Antibakteri Ekstrak Etanol Rimpang Kecombrang (Nicolaia Speciosa Horan) Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*. Jakarta: Repository Uin Syarif Hidayatullah
- Jawetz, E, Menick, J.L, dan Adelberg, E.A. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology)*. Ahli bahasa: Muhandi dan Bagian Mikrobiologi Fakultas kedokteran Universitas Airlangga. Edisi Pertama. Jakarta: Salemba Medika. ISBN: 979-3027-05-3
- Meliawati, R.2009. *Escherichia coli*. Jurnal BioTrends Vol.4 No.1
- Molyneux P. 2004. *The Use of Stable Free Radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity*. Songklanakarin J Sci Technol Vol.26 No. 2: 211-219
- Prakash, A., Rigelhof, F., Miller, E. 2001. *Antioxidant Activity*. Medallion Laboratories: Analytical Progress. Vol.19 NO. 2:1-4.
- Prasetyowati, dkk. 2014. *Pembuatan Asap Cair dari Cangkang Buah Karet Sebagai Koagulan Lateks*. Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 20: 14-17
- Rohman, Abdul. 2013. *Analisis Komponen Makanan*. Yogyakarta: Graha Ilmu. ISBN 978-979-756-920-4
- Sudarmadji, Slamet, et al. 2007. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. ISBN: 979-499-227-5
- Tamaela, P. 2003. *Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi Lipid pada Steak Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis) Asap Selama Penyempunan*. Journal Ichtryos. Vol. 2 No. 2 Hal: 59-62