

## **KAJIAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ANGKAK TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Bacillus cereus* DAN *Bacillus stearothermophilus***

**Eddy Sumaryati<sup>\*)</sup> dan Sudyono<sup>\*)</sup>**

<sup>\*)</sup>Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Widyagama Malang

e-mail : eddy.dosenuwg@yahoo.co.id

e-mail : sudyono@yahoo.com

### **Abstrak**

Penggunaan zat pengawet sintetis pada makanan oleh produsen semakin meresahkan meskipun pemakaiannya diijinkan karena berdampak negatif pada kesehatan konsumen. Oleh karena itu, upaya pemanfaatan pengawet alami sebagai pengganti pengawet sintetis sangat perlu dilakukan. Angkak memiliki daya kelarutan yang tinggi, stabil, mudah dicerna, dan tidak bersifat karsinogen. Angkak memiliki aktivitas sebagai antibakteri dan jamur, karena adanya senyawa *Monascin A*. yaitu senyawa yang bersifat antibiotik, yang mampu menghambat bakteri *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Streptococcus* (Steinkraus, 1983). Angkak terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak seperti *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus* (Astawan, 2006). *Bacillus cereus* telah dikenali sebagai salah satu penyebab keracunan pada makanan, Sedangkan *Bacillus stearothermophilus* dikenal sebagai penyebab keasaman dari makanan kaleng. Oleh karena itu ekstrak angkak merupakan alternatif pengganti zat pengawet sintetis sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa konsentrasi optimal ekstrak angkak yang bisa menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh konsentrasi ekstrak angkak yang tepat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*. Antibakteri yang diuji adalah ekstrak angkak dengan mulai konsentrasi 0% sampai diperoleh konsentrasi angkak dimana larutan uji antibakteri tetap jernih tidak ada pertumbuhan bakteri. Mikroba yang digunakan dalam uji ini adalah *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*. Hasil penelitian menyatakan bahwa konsentrasi 4% ekstrak angkak merupakan Kadar hambat minimum (KHM) pertumbuhan *Bacillus cereus* sedangkan *Bacillus stearothermophilus* mempunyai kadar hambat minimum (KHM) 20% konsentrasi ekstrak angkak. Kadar Bunuh Minimum (KBM) Ekstrak beras angkak terhadap *Bacillus cereus* adalah konsentrasi 10% b/v dan untuk *Bacillus stearothermophilus* adalah konsentrasi 50% b/v.

Kata kunci : ekstrak angkak, antibakteri, *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus*

### **PENDAHULUAN**

Penggunaan zat pengawet sintetis pada makanan oleh produsen semakin meresahkan meskipun pemakaiannya diijinkan karena berdampak negatif pada kesehatan konsumen. Jenis bahan pengawet sintetis yang diizinkan dan lazim digunakan dalam industri makanan adalah asam benzoat atau garam-garam benzoat (kalium

benzoat, kalsium benzoat, natrium benzoat); garam-garam sulfat (kalium sulfat, kalium bisulfat, kalium metabisulfat); nitrat dan nitrit; belerang dioksida. Pengawet yang bukan untuk makanan, seperti formalin dan boraks, meskipun dilarang, pada kenyataannya masih banyak produsen makanan yang masih

menggunakan untuk pengawet makanan. Adanya kenyataan tersebut tentu saja sangat meresahkan masyarakat yang ingin hidup sehat. Oleh karena itu, upaya pemanfaatan pengawet alami sebagai pengganti pengawet sintesis sangat perlu dilakukan. Seiring dengan berkembangnya slogan *back to basic*, penggunaan angkak sebagai pewarna alami dan pengawet alami mulai dilirik masyarakat. Angkak selain berfungsi sebagai pewarna alami, angkak juga memiliki aktivitas sebagai antibakteri (Nurika, 2000). Angkak memiliki daya kelarutan yang tinggi, stabil, mudah dicerna, dan tidak bersifat karsinogen. Berdasarkan aktivitasnya zat antibakteri dibedakan menjadi dua jenis, yaitu bakteriostatik dan bakteriosida. Bakteriostatik adalah zat antibakteri yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan bakteri (menghambat perbanyakkan populasi bakteri), namun tidak mematikan. Sedangkan bakteriosida adalah zat antibakteri yang memiliki aktifitas membunuh bakteri (Madigan, 2005).

Angkak memiliki aktivitas sebagai antibakteri karena adanya senyawa *Monascidin A*, yaitu senyawa yang bersifat antibiotik yang mampu menghambat bakteri dari genus *Bacillus*. Bakteri *Bacillus* adalah bakteri gram positif. Adanya aktivitas antibakteri tersebut memungkinkan adanya efek *preservatif* dari penggunaan pada produk fermentasi *Monascus* (Behr, 1998). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk minuman sari kacang merah control pada suhu ruang bertahan 7 jam, penambahan angkak 1 persen bertahan 13 jam, penambahan

propionate 0,1 persen bertahan selama 23 jam ( Tandijo, 2011). Angkak terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak seperti *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus* (Astawan, 2006). *Bacillus cereus* telah dikenali sebagai salah satu penyebab keracunan pada makanan, sehingga mikroorganisme ini telah menarik banyak perhatian dan menjadi salah satu penyebab keracunan pada pangan yang termasuk sering ditemukan. Sedangkan *Bacillus stearothermophilus* dikenal sebagai penyebab keasaman dari makanan kaleng karena fermentasi gula yang terkandung pada pangan. Bakteri termofilik, seperti *Bacillus stearothermophilus* menyebabkan busuk asam (flat sour) pada makanan kaleng berasam rendah. Oleh karena itu ekstrak angkak merupakan alternative pengganti zat pengawet sintesis yang diketahui bersifat karsinogen, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa konsentrasi minimum ekstrak angkak yang bisa menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus* dan berapa konsentrasi minimum ekstrak angkak yang dapat membunuh bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Ilusi. Antibakteri yang diuji adalah ekstrak angkak dengan mulai konsentrasi 0% sampai diperoleh konsentrasi angkak dimana larutan uji antibakteri tetap jernih

tidak ada pertumbuhan bakteri. Mikroba yang digunakan dalam uji ini adalah *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*.

## Pelaksanaan Penelitian

### a. Pengumpulan dan Penyiapan Bahan

Sampel dalam penelitian ini berupa beras angkak yang diperoleh dari Apotek Sari di Malang. Beras angkak tersebut di ekstrak dan diteliti aktivitasnya sebagai antibakteri. Kultur murni bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus* diperoleh dari Laboratorium mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

### b. Ekstraksi Angkak (Ramadhan, Radiati dan Thohari . 2011)

Angkak diblender hingga halus, bubuk angkak di campur dengan ethanol 50% menggunakan perbandingan 1:4, larutan bubuk

angkak dipanaskan dan diaduk hingga rata selama kurang lebih 1 jam dengan suhu 70°C, dipisahkan antara endapan angkak dengan ekstrak angkak dengan corong yang dilapisi kertas saring, filtrat angkak dipanaskan kurang lebih 30 menit tanpa dilakukan pengadukan dengan suhu 60<sup>0</sup>-80<sup>0</sup>C sampai volume tinggal 25%.

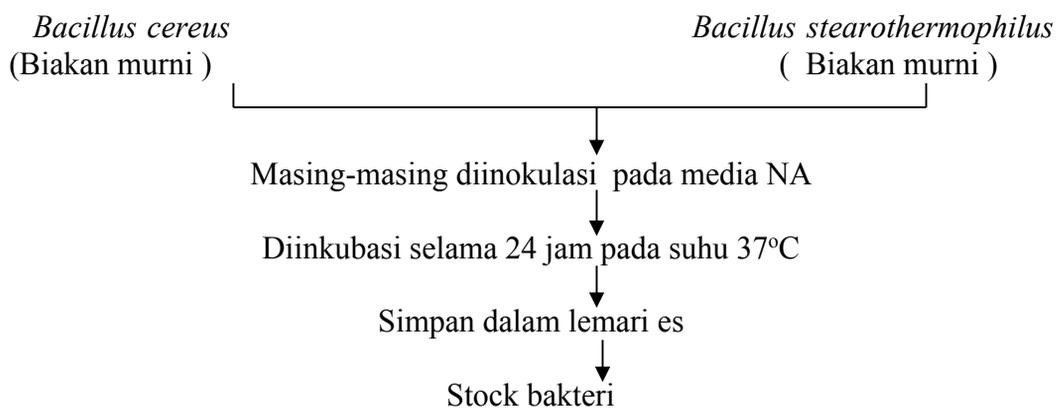
Ekstrak angkak yang diperoleh kemudian diencerkan sampai dengan kadar yang dikehendaki dan siap untuk diteliti.

### c. Uji Mikrobiologi

Semua peralatan yang akan dipergunakan dicuci bersih, dikeringkan dibungkus kertas coklat dan dsterilkan dengan oven pada suhu 200°C selama 1-2 jam.

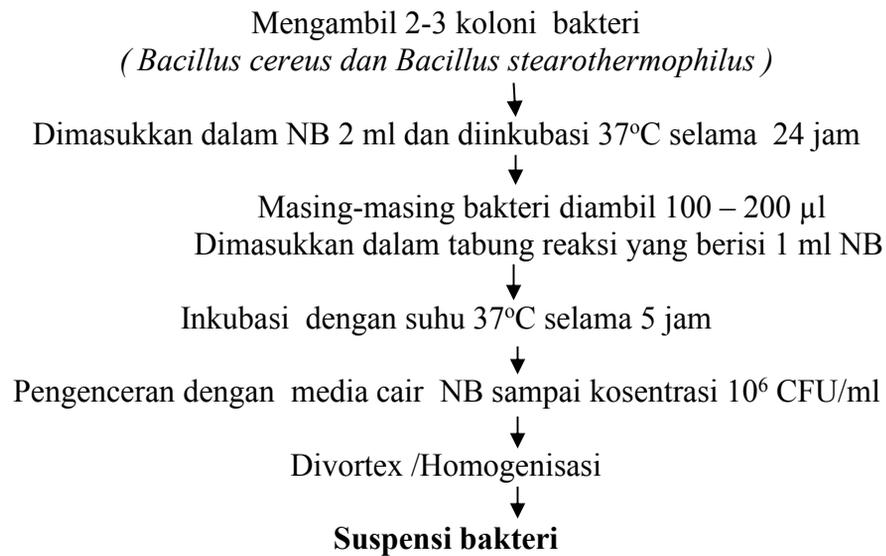
Sedangkan bahan yang akan dipergunakan untuk uji mikrobiologi ( media NA, NB dan ekstrak angkak) disterilkan dengan autoklave pada suhu 121°C selama 15-20 menit.

### d. Penyiapan Stock Bakteri



Gambar 1. Skema Penyiapan Stok bakteri

## Pembuatan Suspensi Bakteri



Gambar 2. Skema pembuatan suspensi bakteri

### e. Uji Antibakteri

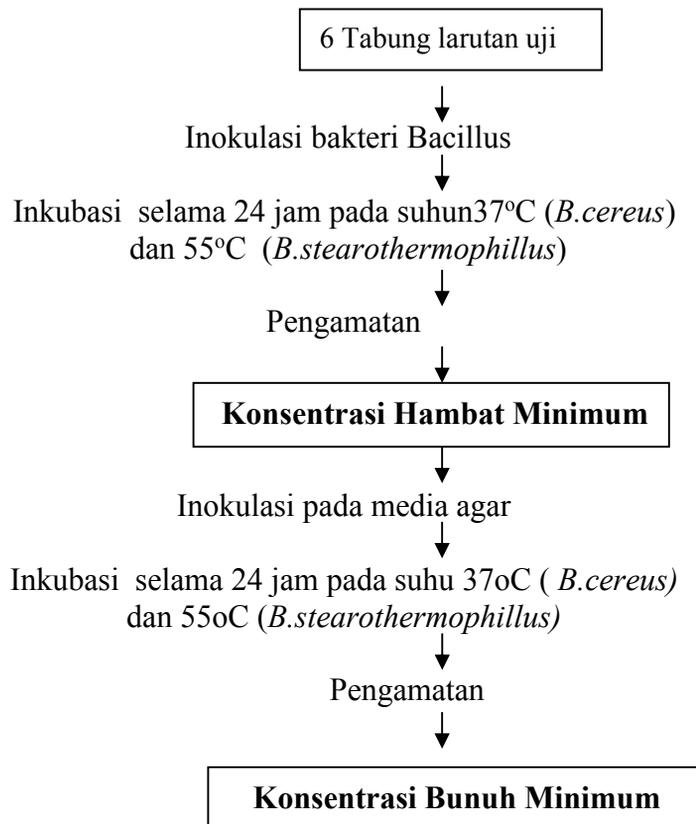
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Ilusi. Metoda ini mengukur MIC (*minimum inhibitory concentration*) atau kadar hambat minimum (KHM) dan MBC (*minimum bactericidal concentration*) atau kadar bunuh minimum (KBM). Larutan antibakteri (ekstrak angkak) diencerkan dengan aquades steril hingga diperoleh beberapa macam konsentrasi yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% ( untuk uji *Bacillus cereus* ) dan konsentrasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% (untuk uji *Bacillus stearothermophilus* ),dimana setiap konsentrasi dibuat 4 ulangan. Kemudian masing-masing konsentrasi ditambahkan suspensi bakteri uji dalam media cair NB dan divorteks supaya homogen selanjutnya diinkubasi suhu 37°C selama 24 jam. Diamati ada atau tidaknya pertumbuhan bakteri, yang ditandai dengan terjadinya kekeruhan. Larutan uji senyawa antibakteri pada kadar

terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan bakteri uji, ditetapkan sebagai Kadar Hambat Minimal (KHM). Dua belas tabung reaksi berisi 5 ml media NB yang telah ditambahkan dengan 12 seri konsentrasi ekstrak angkak dan kultur bakteri, kemudian diukur Optical Density (OD) bakteri dengan menggunakan spektrofotometer ( $\lambda$  625 nm) sebagai pembanding sebelum perlakuan atau kontrol. Dua belas tabung reaksi lainnya, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator.

Hasil inkubasi diukur Optical Density (OD) bakteri dengan menggunakan spektrofotometer ( $\lambda$  625 nm), sebagai pembanding sesudah perlakuan inkubasi. KHM ditentukan dengan membandingkan OD setelah perlakuan inkubasi dikurangi OD sebelum perlakuan. Apabila terdapat konsentrasi terendah yang menghambat pertumbuhan bakteri, ditunjukkan dengan tidak adanya kekeruhan OD bakteri adalah  $\leq 0$ ),

maka didapatkan Konsentrasi Hambat Minimal (KHM). Larutan yang ditetapkan sebagai KHM tersebut selanjutnya dikultur ulang pada media NA tanpa penambahan bakteri uji ataupun larutan antibakteri (ekstrak angkak), dan diinkubasi selama 24

jam.pada suhu 37°C, kemudian hitung koloni yang tumbuh. Media *Nutrient Agar* yang tidak terdapat pertumbuhan bakteri setelah inkubasi ditetapkan sebagai Kadar Bunuh Minimal (KBM) (Pratiwi, 2008).



Gambar 3. Skema Penentuan KHM dan KBM

#### f. Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi kemudian KHM ditetapkan berdasarkan kekeruhan pada masing-masing sampel dalam tabung uji. Dari metode dilusi cair ini masing-masing sampel dalam tabung uji diinokulasi pada media padat *Nutrient Agar* dengan metode tuang dan kemudian diinkubasi . Hasilnya dibandingkan dengan Kontrol. KBM ditetapkan berdasarkan ada tidaknya

pertumbuhan bakteri pada media padat dalam cawan petri.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak angkak terhadap bakteri yang menyebabkan pembusukan. Apabila aktivitasnya dapat menghambat atau membunuh bakteri, maka dapat diaplikasikan sebagai bahan pengawet makanan alami.

## 1. Pembuatan Ekstrak Angkak

Angkak diblender hingga halus, bubuk angkak di campur dengan ethanol 50% menggunakan perbandingan 1:4, larutan bubuk angkak dipanaskan dan diaduk hingga rata selama kurang lebih 1 jam dengan suhu 70°C, dipisahkan antara endapan angkak dengan ekstrak angkak dengan corong yang dilapisi kertas saring, filtrat angkak dipanaskan kurang lebih 30 menit tanpa dilakukan pengadukan dengan suhu 60<sup>o</sup>-80<sup>o</sup>C sampai volume tinggal 25%. Ekstrak angkak yang dihasilkan siap untuk digunakan sebagai agen antibakteri

## 2. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri ekstrak angkak terhadap bakteri *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus* dilakukan dengan metode dilusi. Pada pemeriksaan aktivitas antibakteri secara dilusi digunakan kontrol sebagai pembanding yaitu menggunakan media Nutrient Broth

untuk penentuan Kadar Hambat Minimum dan media Nutrient Agar untuk penentuan Kadar Bunuh Minimum.

Penentuan Kadar Hambat Minimum (KHM) pada pengujian aktivitas antibakteri dengan metode dilusi cair, parameter yang digunakan adalah kekeruhan (ada pertumbuhan bakteri) dan kejernihan (tidak ada pertumbuhan bakteri), yang terlihat setelah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C untuk bakteri *Bacillus cereus* dan pada suhu 55°C untuk bakteri *Bacillus stearothermophilus*. Nilai KHM ditentukan dengan mengamati konsentrasi terendah antibakteri pada media cair yang masih jernih menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri,

Hasil uji aktivitas antibakteri didapatkan konsentrasi 4% ekstrak angkak merupakan Konsentrasi hambat minimum (KHM) pertumbuhan *Bacillus cereus* (Gambar 4. dan Tabel 1).



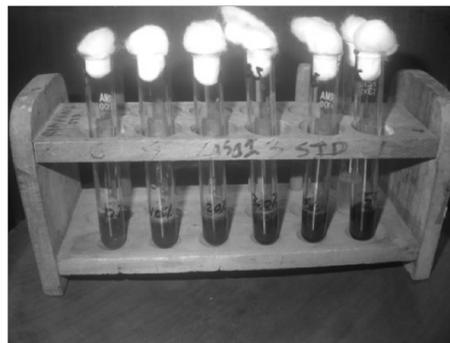
Gambar 4. Hasil Uji antibakteri *Bacillus cereus* dengan konsentrasi angkak 0;2;4;6;8;10% dalam media cair

Tabel 1. Hasil Uji Anti Bakteri Angkak Terhadap Pertumbuhan *Bacillus cereus* dengan Metode Dilusi Tabung

KONSENTRASI Angkak	REPLIKA SI				RERAT A	CFU/PLAT E
	I	II	III	IV		
	0%	283	276	259		
2%	234	210	220	217	220,25	$2,2 \cdot 10^5$
4%	117	132	128	109	121,602	$1,2 \cdot 10^4$
6%	34	29	37	47	36,851	$3,6 \cdot 10^2$
8%	6	7	4	6	5,75	$5,8 \cdot 10^1$
10%	0	0	0	0	0	0

Sedangkan *Bacillus stearotherophilus* mempunyai konsentrasi hambat minimum (KHM) 20% ekstrak angkak. Hal ini diperoleh dengan melihat kejernihan media setelah masa inkubasi 24 jam ( Gambar 9 ). Hasil inkubasi diukur Optical Density(OD) bakteri dengan menggunakan spektrofotometer ( $\lambda$  625 nm), sebagai pembanding sesudah

perlakuan inkubasi. KHM ditentukan dengan membandingkan OD setelah perlakuan inkubasi dikurangi OD sebelum perlakuan. Apabila terdapat konsentrasi terendah yang menghambat pertumbuhan bakteri, ditunjukkan dengan tidak adanya kekeruhan (jernih) OD bakteri adalah  $\leq 0$ ). Hal ini bisa dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2.

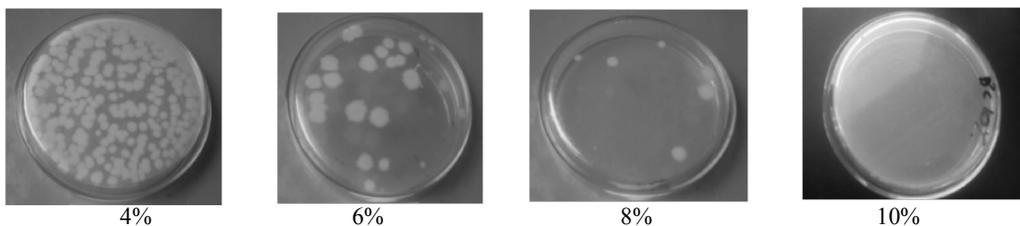


Gambar 5. Hasil Uji antibakteri *Bacillus stearotherophilus* dengan konsentrasi angkak 0;10;20;30;40;50%

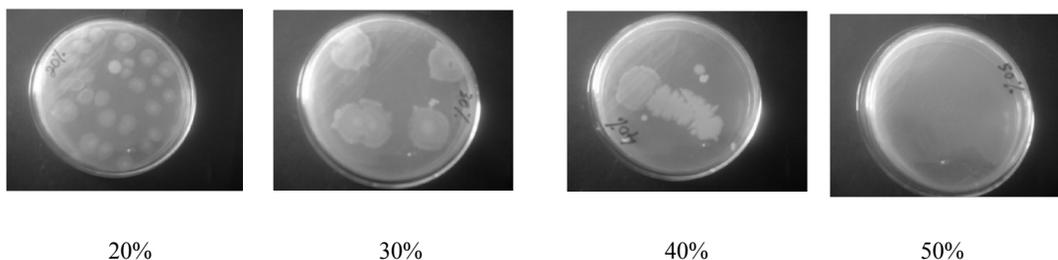
Tabel 2 . Hasil Uji Anti Bakteri Angkak Terhadap *Bacillus stearothermophilus* dengan Metode Dilusi Tabung

KONSENTRASI Angkak	REPLIKASI				RERATA	CFU/PLATE
	I	II	III	IV		
0%	299	286	303	291	294,75	$2,9 \cdot 10^7$
10%	237	221	235	251	236	$2,4 \cdot 10^5$
20%	111	117	121	128	119,25	$1,2 \cdot 10^3$
30%	10	13	9	5	9,25	$9,3 \cdot 10^1$
40%	1	2	4	2	2,25	$2,5 \cdot 10$
50%	0	0	0	0	0	0

Hasil uji antibakteri diperoleh Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) untuk *Bacillus cereus* adalah 10% (Gambar 6) dan untuk *Bacillus stearothermophilus* adalah 50%. (Gambar 7), dimana pada konsentrasi tersebut tidak terdapat pertumbuhan bakteri.



Gambar 6. Hasil inkubasi *Bacillus cereus* pada media NB dengan antibakteri ekstrak angkak (yang Jernih) ditumbuhkan pada media NA



Gambar 7. Hasil inkubasi *Bacillus stearothermophilus* pada media NB dengan antibakteri ekstrak angkak (yang jernih) ditumbuhkan pada media NA

KHM terhadap bakteri *Bacillus cereus* lebih rendah dibandingkan KHM terhadap bakteri *Bacillus stearothermophilus*. Hal ini disebabkan *Bacillus cereus* adalah jenis bakteri patogen dan merupakan bakteri gram positif. Sedangkan bakteri *Bacillus stearothermophilus* adalah bakteri pembusuk yang tahan panas. Angkak memiliki aktivitas sebagai antibakteri karena adanya senyawa *Monascidin A*, yaitu senyawa yang bersifat antibiotik yang mampu menghambat bakteri dari genus *Bacillus*. Bakteri *Bacillus* adalah bakteri gram positif. Adanya aktivitas antibakteri tersebut memungkinkan adanya efek *preservatif* dari penggunaan pada produk fermentasi *Monascus* (Behr, 1998). Mekanisme yang diduga adalah Bakteri gram positif dapat terhambat pertumbuhannya karena bakteri ini tersusun atas peptidoglikan, adanya *Monascidin A* akan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan kemudian mengalami lisis yang akhirnya menyebabkan kematian (Robinson, 1991).

Perbedaan sensitivitas bakteri terhadap antibakteri dipengaruhi oleh

struktur dinding sel bakteri. *Bacillus cereus* adalah bakteri gram positif. Bakteri gram positif cenderung lebih sensitif terhadap antibakteri, karena struktur dinding sel bakteri gram positif lebih sederhana dibandingkan struktur dinding sel bakteri gram negatif sehingga memudahkan senyawa antibakteri untuk masuk ke dalam sel bakteri gram positif. Bakteri gram positif dapat terhambat pertumbuhannya karena bakteri ini tersusun atas peptidoglikan, adanya *Monascidin A* akan menghambat pembentukan peptidoglikan yang utuh sehingga dinding sel bakteri akhirnya mengalami lisis. Sedangkan *Bacillus stearothermophilus*, merupakan anggota kelompok bakteri gram negatif, mempunyai membran luar yang tersusun atas lipopolisakarida, lipoprotein, dan lipofosfat yang melindungi lapisan tipis dari peptidoglikan. Hal ini menyebabkan bakteri gram negatif lebih tahan terhadap antimikroba *Monascidin A*. (Tortara, et al. 1995). Oleh karena itu maka dinding sel *Bacillus cereus* lebih sensitive terhadap antibakteri. Hal inilah yang menyebabkan KHM dan KBM terhadap *Bacillus stearothermophilus* lebih tinggi.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- a. Ekstrak beras angkak mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Bacillus cereus* dan *Bacillus stearothermophilus*.
- b. Nilai Kadar Hambat Minimum (KHM) Ekstrak beras angkak terhadap *Bacillus cereus* adalah

konsentrasi 4% b/v dan untuk *Bacillus stearothermophilus* adalah konsentrasi 20% b/v.

- c. Nilai Kadar Bunuh Minimum (KBM) Ekstrak beras angkak terhadap *Bacillus cereus* adalah konsentrasi 10% b/v dan untuk *Bacillus stearothermophilus* adalah konsentrasi 50% b/v.

### **Saran**

a. Perlu dilakukan uji aktivitas antibakteri ekstrak angkak terhadap jenis bakteri yang lain

b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap daya simpan produk yang menggunakan ekstrak angkak sebagai pengawet.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Berhr, W. 1998. *Monascus purpureu* Bonn. Retrieved from [ww.behrbonn.com/literat/monascuccub.htm](http://ww.behrbonn.com/literat/monascuccub.htm)
- Danuri, H. 2008. Optimizing Angkak Pigment and Lovastatin Production by *Monascus purpureus*. *Journal of Bioscience* 15(2): 61-66.
- Davis, W.W. dan T.R. Stout. 1971. Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Microbiology* 22:659-665.
- Hermawan, A., Hana, W., dan Wiwiek, T. 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Disk. Universitas Erlangga.
- Hogg S. 2005. *Essential Microbiology*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Jenie, B.S.L, Mitrajanty, K.D, dan Fardiaz, S. 1997. Produksi Konsentrat dan Bubuk Pigmen Angkak dari *Monascus purpureus* serta Stabilitasnya selama Penyimpanan. *Bul.Teknol. dan Industri Pangan* 8(2): 39—46.
- Juliantina, F. R., Ayu, D. C. M, dan Nirwani, B. 2008. Manfaat Sirih Merah (*Piper crocatum*) sebagai Agen Antibakterial Terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*.
- Kusmayati dan Agustini, N. W. R. 2007. Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri dari Mikro alga (*Porphyridium cruentum*). *Biodiversitas*. 8(1) : 48-53.
- Madigan M. 2005. *Brock Biology of Microorganism*. Hlmln :753. London: PrenticeHall.
- Pratiwi, Sylvia. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peter. 2005. *Chemical Constituents and Noni's Function*. *Noni News Indian Magazine*. Edisi Oktober (2) X.
- Pratiwi, I. 2009. Uji Antibakteri Ekstrak Kasar Daun *Acalypha indica* terhadap Bakteri *Salmonella choleraesuis* dan *Salmonella typhimurium*. Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA UNS, Surakarta
- Siswando, Soekardjo B. 1995. *Kimia Medisinal*. Surabaya: Airlangga Univ Pr.
- Timotius, K.H. 2004. Produksi Pigmen Angkak oleh *Monascus*. *Jurnal Teknol. Dan Industri Pangan* 15(1): 79-86.
- Todar. K. 2008. *Bacillus cereus* Keracunan Makanan. [www.textbookofbacteriology.net](http://www.textbookofbacteriology.net) [22 Oktober 2009].
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*. Diterjemahkan oleh Prof. Dr. Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB Bandung.

Steinkraus, H. 1983. *Indegenous Fermented*  
Sumaryati Enny dan Sudyono. 2012. Isolasi pigmen merah hasil biosintesa angkak oleh *Monascus purpureus* dalam medium Pati ubijalar dan bungkil kacang tanah. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Widyagama Malang.