

DISERTASI

**EKSTRAK KOMPONEN UMBI UWI UNGU (*Dioscorea alata* L)
SEBAGAI ANTIMIKROBA**

*EXTRACT OF YAM PURPLE (*Dioscorea alata* L) COMPONENTS AS AN
ANTIMICROBIA*

Disusun dan diajukan oleh :

A. NUR FITRIANI

P0100316415



**ILMU PERTANIAN/PERTANIAN
PERTANIAN/ SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**EKSTRAK KOMPONEN UMBI UWI UNGU (*Dioscorea alata* L)
SEBAGAI ANTIMIKROBA**

Disertasi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Doktor

Program Studi
Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

A. NUR FITRIANI

kepada

**ILMU PERTANIAN/PERTANIAN
PERTANIAN/ SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Ekstrak Komponen Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L)
Sebagai Antimikroba

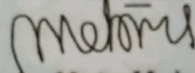
Disusun dan diajukan oleh

A. NUR FITRIANI
P0100316415

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 01 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

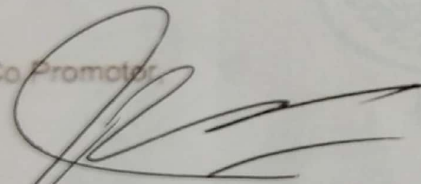
Menyetujui,

Promotor,



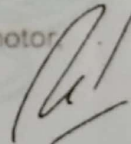
Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
Nip. 19660917 199112 2 001

Co.Promotor



Prof. Dr. Ir. Amran Laga, M.S
Nip. 19621231 198803 1 020

Co.Promotor



Dr. rer. nat Zainal. S.TP., M.Food.Tech
Nip. 19720409 199903 1 001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.S
Nip. 19630606 198803 1 004

Dekan Pascasarjana,



Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc
Nip. 19670309 19903 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : A. NUR FITRIANI
NIM : P0100316415
Program Studi : Ilmu Pertanian
Jenjang : S3

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

Ekstrak Komponen Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L) Sebagai Antimikroba

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar , Februari 2021

Yang menyatakan



A. Nur Fitriani

PROMOTOR, KOPROMOTOR DAN PENGUJI

i . PROMOTOR	: Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
ii . KOPROMOTOR	: Prof. Dr. Ir. Amran Laga, M.S
iii . KOPROMOTOR	: Dr. rer. nat. Zainal.S.TP.,M.Food.Tech.
iv . PENGUJI	: Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali.
v . PENGUJI	: Dr. Adiansyah, S.TP.,M.Si.
vi . PENGUJI	: Dr. Firdaus Zenta. M.S.
vii . PENGUJI	: Prof. Dr. Sartini, M.Si.,Apt
viii. PENGUJI EKSTERNAL	: Dr. Sylvia Tunjung Pratiwi, S,Si.,M.Si.

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim, ucapan syukur Alhamdulillah penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian hingga proses akhir penulisan disertasi ini. Berkat izin dan takdir-Nya segala usaha dapat terwujud, urusan dipermudah dan doa-doa terkabulkan. Penelitian dan penulisan disertasi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta. Selaku Promotor yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan ide-ide yang cemerlang, bimbingan, pemikiran, petunjuk serta dukungan moril bagi penulis sehingga penulis semangat menyelesaikan penelitian hingga penyelesaian disertasi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Amran Laga, M.Si dan Dr. rer. nat. Zainal. S.TP., M.Food. Tech. Selaku tim Kopromotor yang telah banyak memberiklan saran-saran berharga, ide-ide yang cemerlang, bimbingan, pemikiran, arahan dan petunjuk atas kendala-kendala yang dihadapi sejak awal penelitian hingga selesainya penulisan disertasi ini.
3. Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali, Dr. Adiansyah . S.TP., M.Si, Dr. Firdaus Zenta., M.S, Prof. Dr. Sartini, M.Si., Apt. Dr. Dr. Sylvia Tunjung Pratiwi,S.Si.,M.Si. Masing-masing selaku tim penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran-saran, sumbangan pemikiran, koreksi bagi penyempurnaan penulisan disertasi.
4. Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia_Dalam Negeri (BUDI_DN) kerja sama antara Kementerian RistekDikti dan LPDP yang telah memfasilitasi biaya studi penulis pada program studi Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.

5. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin beserta Wakil dekan dan seluruh staf. Ketua program studi S3 Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin beserta seluruh dosen program studi Ilmu Pertanian.
6. Rektor Universitas Ichsan Gorontalo (UNISAN) Gorontalo Dr. Ir. Abdul Gaffar Latjokke, M,Si. yang telah berkenan memberikan izin kepada penulis untuk melanjutkan studi. Dekan beserta Wakil dekan, rekan sejawat dan staf Dosen Fakultas Pertanian UNISAN atas dukungannya selama ini.
7. Teman-teman seangkatan Program Doktor Ilmu Pertanian 2016 kalian teman-teman luar biasa. Rekan-rekan Di lab Farmakognisi farmasi, di lab mikrobiologi kedokteran UNHAS, dan di lab LPPT UGM. Terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya selama ini. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan namun tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Ucapan terima kasih tak terhingga kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta A.Tajuddin Mantahari dan A.Fatima Intan atas segala pengorbanan, dan doa yang terus mengalir untuk penulis selama ini. Kepada saudara-saudaraku tercinta dan ponakan-ponakan ku terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini. Keluarga besarku atas segala dukungan moril dan semangat untuk menyelesaikan studi.

Akhir kata penulis sangat berharap semoga penelitian ini dapat berkontribusi pada perkembangan ilmu dan teknologi pertanian khususnya pemanfaatan tanaman umbi uwi ungu sebagai disekvensifikasi bahan pengawet alami di masa yang akan datang.

Makassar, Februari 2021

Penulis

ABSTRAK

A. Nur Fitriani. Ekstrak Komponen Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L) Sebagai Antimikroba (Dibimbing oleh Meta Mahendradatta, Amran Laga dan Zainal).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan ekstrak etanol uwi ungu sebagai antimikroba dalam menghambat pertumbuhan bakteri, jamur dan khamir. Metode maserasi umbi uwi menggunakan pelarut etanol (96, 80, 65, 50) %v/v. Dan waktu maserasi (1 hr, 2 hr, 3 hr). Analisa komponen ekstrak secara kualitatif melalui skrining fitokimia dan melalui kromatografi lapis tipis (KLT). Penentuan zona hambat bakteri (*S. aureus* dan *E. coli*), kapang dan khamir (*R. oligosporus* dan khamir *S. cerevicea*) menggunakan difusi agar, dilakukan dengan pengujian 8 variasi konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi (1-25)%b/v. Analisis kerusakan sel menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Hasil kualitatif melalui skrining fitokimia berupa alkaloid, fenol, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid. Hasil penelitian total rendemen menggunakan analisis sidik ragam (Tukey α 0,05) interaksi faktor tunggal berbeda nyata terhadap ekstraksi pelarut 96% maserasi 3 (39,0%) lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut etanol 80%, 65%, 50%. Pengaruh konsentrasi 1%, pada sampel etanol 96% menghambat bakteri *E.coli* sebesar 11,8 mm, kemudian *S.aureus* etanol 50% sebesar 11,4 mm. Sedangkan untuk kapang sampel etanol 50% menghambat *R.oligosporus* sebesar 10,9 mm, pada khamir *S.cerevisiae* sampel etanol 96% sebesar 11,1mm. Ekstrak etanol umbi uwi ungu memiliki aktivitas zona hambat besar untuk konsentrasi ekstrak 25% pada bakteri Gram positif daripada bakteri Gram negatif. Paparan ekstrak etanol umbi mengakibatkan sel bakteri, kapang maupun khamir mengalami kerusakan pada dinding sel dan perubahan bentuk yang tidak beraturan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dalam ekstrak etanol umbi uwi ungu dapat menghambat pertumbuhan mikroba (*E.coli*, *S.aureus*, *R. oligosporus*, *S.cerevisiae*).

Kata kunci : *Dioscorea alata* L, antimikroba, komponen kimia.

ABSTRACT

A. Nur Fitriani. Extract of Yam Purple (*Dioscorea alata* L) as Antimicrobia (Supervised by Meta Mahendradatta, Amran Laga, and Zainal).

This study aims to develop ethanol extract of purple uwi as an antimicrobial in inhibiting the growth of bacteria, fungi, and yeasts. The uwi tuber maceration method uses ethanol as a solvent (96%, 80%, 65%, 50%)v/v and maceration time (1 day, 2 days, 3 days). Qualitative analysis of extract components through phytochemical screening and thin-layer chromatography (TLC). Determination of the inhibition zone for bacteria (*S. aureus* and *E. coli*), molds, and yeasts (*R. oligosporus* and *S. cerevisiae* yeast) using agar diffusion, carried out by testing 8 variations in the concentration of the uwi tuber ethanol extract (1-25)% b/v. Analysis of cell damage using a scanning electron microscope (SEM). Qualitative results through phytochemical screening were alkaloids, phenols, flavonoids, saponins, tannins, and terpenoids. The total yield research results used analysis of variance (Tukey α 0,05) the interaction of a single factor was significantly different on the solvent extraction 96% maceration 3 (39.0%) higher than the ethanol solvent 80%, 65%, 50%. The effect of 1% concentration on 96% ethanol samples inhibits *E. coli* bacteria by 11.8 mm, then *S. aureus* ethanol 50% is 11.4 mm. The ethanol sample mold, 50% inhibited *R. oligosporus* by 10.9 mm, in the yeast of *S. cerevisiae*, 96% ethanol samples were 11.1 mm. The ethanol extract of purple uwi tuber has a considerable inhibition zone activity for the extract concentration of 25%b/v in Gram-positive bacteria than in Gram-negative bacteria. Exposure to the ethanol extract of tubers causes bacterial, mold, and yeast cells to damage the cell walls and irregular shapechanges. This shows that the components in the ethanol extract of purple uwi tubers can inhibit microbial growth (*E. coli*, *S. aureus*, *R. oligosporus*, *S. cerevisiae*).

Keywords: *Dioscorea alata* L, antimicrobial, chemical component.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	iv
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
E. Ruang Lingkup Penelitian	6
F. Kebaruan Penelitian (Novelty)	6
G. Daftar Pustaka	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Tanaman Uwi (<i>Dioscorea alata</i> L)	8
B. Umbi uwi Ungu (<i>Dioscorea alata</i> L)	10
C. Komposisi Kimia Tanaman Uwi (<i>Dioscorea alata</i> L)	11
D. Komponen Antimikroba	20
E. Mekanisme Kerja Komponen Antimikroba	27
F. Ekstraksi	28
G. Bakteri Gram Positif <i>Staphylococcus aureus</i>	32
H. Bakteri Gram Negatif <i>Escherichia coli</i>	36
I. Kapang <i>Rhizopus oligosporus</i>	40
J. Khamir <i>Saccharomyces cerevicea</i>	43
K. Pengawet Bahan Pangan	45
L. Kerangka Konseptual	47
M. Hipotesis	48
N. Daftar Pustaka	49

BAB III. METODE PENELITIAN	53
A. Waktu dan Tempat Penelitian	53
B. Rancangan Penelitian	53
C. Alat dan Bahan	54
D. Parameter Pengamatan	54
E. Prosedur Penelitian	55
F. Daftar Pustaka	60
BAB IV. EKSTRAKSI DAN IDENTIFKASI KOMPONEN EKSTRAK ETANOL UMBI UWI UNGU (<i>Dioscorea alata</i> L)	61
A. Abstrak	61
B. Pendahuluan	62
C. Metode Penelitian	64
D. Hasil dan Pembahasan	71
E. Kesimpulan	88
F. Daftar Pustaka	89
BAB V. KOMPONEN AKTIF EKSTRAK ETANOL UWI UNGU DALAM PENGHAMBATAN BAKTERI (<i>Escherichia coli</i> dan <i>Stapylococcus aureus</i>)	92
A. Abstrak	92
B. Pendahuluan	94
C. Metode Penelitian	95
D. Hasil dan Pembahasan	100
E. Kesimpulan	117
F. Daftar Pustaka	118
BAB VI. KOMPONEN AKTIF EKSTRAK ETANOL UMBI UWI UNGU DALAM PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN KAPANG DAN KHAMIR (<i>Rhizopus oligosporus</i> dan <i>Saccaromyces cerevicea</i>)	121
A. Abstrak	121
B. Pendahuluan	123
C. Metode Penelitian	125
D. Hasil dan Pembahasan	129
E. Kesimpulan	146
F. Daftar Pustaka	147
BAB. VII. PEMBAHASAN UMUM	149
BAB. VIII. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	157
LAMPIRAN	159

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1	Komposisi kimia umbi uwi (<i>Dioscorea spp.</i>)	11
2	Komposisi kimia ekstrak umbi uwi ungu dan kulit ari	12
3	Sifat pelarut dalam ekstraksi	31
4	Hasil uji skrining fitokimia dalam ekstrak etanol umbi uwi	76
5	Hasil perhitungan Rf identifikasi komponen alkaloid pada ekstrak etanol umbi uwi	82
6	Hasil perhitungan Rf identifikasi komponen tanin pada ekstrak etanol umbi uwi	83
7	Hasil perhitungan Rf identifikasi komponen flavanoid pada ekstrak etanol umbi uwi	83
8	Hasil perhitungan Rf identifikasi komponen fenolik pada ekstrak etanol umbi uwi	84
9	Hasil perhitungan Rf identifikasi komponen saponin dan terpenoid pada ekstrak etanol umbi uwi	84

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1	Umbi uwi ungu (<i>Dioscorea alata</i> L)	11
2	Evaporasi ekstrak etanol	30
3	Struktur dinding sel bakteri gram positif	32
4	Bakteri Gram positif <i>Staphylococcus aureus</i> .	35
5	Struktur dinding sel bakteri gram negatif	37
6	Bakteri Gram negatif <i>Escherichia coli</i>	38
7	Perbedaan struktur dinding sel bakteri Gram positif dan Gram negatif	40
8	Kapang <i>Rhizopus</i>	40
9	Morfologi kapang <i>Rhizopus</i>	40
10	Isolat <i>Rhizopus oligosporus</i>	42
11	Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	45
12	Bagan kerangka konseptual penelitian.	57
13	Ekstrak umbi uwi ungu	58
14	Pengukuran zona hambat bakteri <i>E.coli</i> dan <i>S.aureus</i>	58
15	Pengukuran zona hambat kapang dan khamir	59
16	Diagram alir ekstraksi dan identifikasi ekstrak umbi.	69
17	Diagram alir identifikasi komponen dengan metode KLT.	71
18	Pengaruh waktu maserasi terhadap rendemen	72
19	Pengaruh waktu maserasi terhadap rendemen	74
20	Reaksi tanin dengan penambahan FeCl_3 Reaksi flavanoid dengan penambahan pereaksi Mg dan HCl	79
21	Reaksi alkaloid dengan penambahan pereaksi Dragendroff	79
22	Reaksi identifikasi terpenoid	80
23	Reaksi hidrolisis saponin	81
24	Diagram alir pengukuran zona hambat bakteri	81
25	Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) terhadap aktivitas bakteri <i>E. coli</i> (-) dengan konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu	100
26	Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) yang terbentuk pada bakteri <i>E. coli</i> (-) dengan berbagai konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu	101
27	Hasil zona hambat (mm) <i>E. coli</i> pada pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak etanol (1%).	103

28	Hasil zona hambat (mm) <i>E. coli</i> pada pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak etanol (1%).	104
29	Hasil pengamatan zona hambat (mm) ekstrak etanol 96%, ekstrak etanol 80%, ekstrak etanol 65%, ekstrak etanol 50% terhadap bakteri <i>E. coli</i>	106
30	Perubahan morfologi <i>E. coli</i> akibat paparan ekstrak umbi uwi	108
31	Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) pada ekstrak etanol 96% terhadap aktivitas bakteri <i>S. aureus</i> (+) dengan berbagai konsentrasi ekstrak etanol uwi.	110
32	Hasil pengamatan zona hambat (mm) yang terbentuk pada bakteri <i>S.aureus</i> dengan berbagai konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu.	111
33	Hasil pengamatan zona hambat (mm) yang terbentuk pada bakteri <i>S.aureus</i> dengan berbagai konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu	112
34	Hasil pengamatan zona hambat (mm) ekstrak etanol 96%, 80%, 65%, d) ekstrak ethanol 50% terhadap bakteri <i>S. aureus</i> .	113
35	Perubahan Morfologi <i>S. aureus</i> Akibat Paparan Ekstrak Etanol Umbi Uwi	116
36	Diagram alir pengukuran zona hambat kapang dan khamir	129
37	Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) terhadap aktivitas kapang <i>R.oligosporus</i> dengan berbagai konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu	130
38	Hasil pengamatan zona hambat (mm) yang terbentuk pada kapang <i>Rhizopus oligosporus</i> .	131
39	Hasil pengukuran zona hambat <i>Rhizopus oligosporus</i> pada berbagai konsenrasi ekstrak etanol	132
40	Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) ekstrak etanol 96%, 80%, 65%, dan 50% terhadap kapang <i>Rhizopus oligosporus</i>	133
41	Perubahan morfologi <i>S.cerevisiea</i> akibat paparan ekstrak etanol umbi uwi ungu.	135
	Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) terhadap aktivitas khamir <i>S. cerevisiae</i>	137
43	Hasil pengamatan zona hambat (mm) yang terbentuk pada kapang <i>S.cerevisiea</i> dengan berbagai konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu	138
44	Hasil pengukuran zona hambat (mm) <i>S. cerevisiae</i> pada pengaruh berbagai konsentrasi etanol	139

45	Hasil pengamatan diameter zona hambat (mm) ekstrak etanol 96%, 80%, 65%, dan 50% terhadap kapang <i>S.cerevisiea</i>	140
46	Perubahan Morfologi <i>S.cerevisiea</i> Akibat Paparan Ekstrak Etanol Umbi Uwi	142
47	Struktur inti senyawa flavanoid	144
48	Struktur senyawa terpenoid	145
49	Struktur inti senyawa alkaloid	145
50	Struktur inti senyawa saponin	146
51	Struktur senyawa tanin	146

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman umbi uwi (*Dioscorea alata*.L) berasal dari Asia Tenggara yang hingga saat ini, sudah menyebar keseluruh wilayah yang beriklim tropis seperti di Indonesia. Tanaman ini termasuk ke dalam jenis umbi-umbian yang dibudidayakan sebagai bahan pangan dan tergolong tidak beracun (Trustinah, 2013). Komponen dalam tanaman umbi selain memiliki kandungan metabolit primer, juga mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antimikroba. Bagian-bagian tanaman umbi (*Dioscorea alata*.L) memiliki metabolik sekunder berupa tanin, saponin, terpenoid, glikosida yang bersifat antimikroba dalam menghambat bakteri *Streptococcus pyogenes* (Kumar *et al.*, 2017). Umbi uwi ungu memiliki kandungan flavanoid dan saponin berpotensi sebagai antimikroba (Setyawati *et al.*, 2014).

Aktivitas antimikroba pada suatu tanaman disebabkan oleh keberadaan zat metabolit sekunder di dalam tumbuhan. Beberapa hasil kajian memaparkan bahwa zat metabolit sekunder pada tumbuhan (alkaloid, penolik, tanin, dan terpenoid) memiliki aktivitas antimikrobiologi (Guerrero, 2016). Tanaman kaya akan berbagai senyawa antimikroba seperti saponin, tanin, alkaloid, fenol alkenil, glycoalkaloids, flavonoid, seskuiterpen, lakton, dan terpenoid (Lewis dan Ausubel, 2006; Tajkarimi *et al.*, 2010). Ekstrak

tanaman sebagai antimikroba diidentifikasi sebagai alternatif pengawet sintetis (Wallace, 2004). Kemampuan metabolit sekunder dari berbagai bagian tanaman dijadikan sebagai zat antimikroba (Bajpai, *et al.*, 2008; Tajkarimi *et al.*, 2010; Tiwari *et al.*, 2009).

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman memiliki aktivitas antibakteri dengan berbagai mekanisme yang bersinergi. Metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman memiliki mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri yang berbeda-beda. Bahan aktif yang bersifat sebagai antibakteri dapat mengganggu proses fisiologis dan menghalangi terbentuknya komponen sel bakteri seperti sintesis dinding sel, membran sitoplasma sintesis protein, dan sintesis asam nukleat Subandrio (1995). Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa antibakteri dapat berupa merusak dinding sel dengan cara menghambat pembentukan dinding sel, perubahan permeabilitas membran sitoplasma dapat menyebabkan keluarnya bahan makanan dari dalam sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Senyawa antibakteri dapat bekerja secara bakteriostatik, bakteriosidal, dan bakteriolitik (Pelczar dan Chan, 1988).

Zat metabolit sekunder seperti alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme kerja diduga dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel (Robinson, 1995).

Tanin memiliki aktivitas antibakteri. Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri diduga dapat mengkerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri, akibat terganggunya permeabilitas, sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati (Ajizah, 2004). Saponin menyebabkan rusaknya dinding dan membran sel sampai bakteri mengalami lisis. Mekanisme saponin dengan menghambat sintesa protein dan menurunkan tegangan permukaan sel bakteri sehingga terjadi kebocoran (Dwidjoseputro, 2005). Terpenoid berpotensi sebagai antimikroba antara lain memiliki sifat antijamur, antibakteri dan antivirus. Mekanisme kerja sebagai antimikroba diduga bekerja merusak dinding sel bakteri dengan jalan mengganggu komponen petidoglikan sel bakteri sehingga lapisan dinding sel mengalami kerusakan menyebabkan isi sel keluar / sel lisis dan bakteri mengalami kematian (Robinson, 1995). Zat fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasi protein dan merusak membran sel. Sedangkan flavonoid bersifat sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang mengganggu integritas membran sel bakteri. Flavonoid merupakan senyawa fenol, sementara senyawa fenol dapat bersifat koagulator protein (Cheeke, 2004).

Berdasarkan penelitian pendahuluan ekstrak umbi uwi mengandung alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenol, tanin, saponin. identifikasi zat

metabolik skunder dilakukan dengan menambahkan perekasi kimia yang spesifik.

Fenomena ketahanan tumbuhan secara alami terhadap serangan mikroba, mengakibatkan adanya pengembangan-pengembangan komponen dari bagian tanaman yang mengandung antibakteri maupun antifungi. Tanaman uwi ungu (*Dioscorea alata* L) diasumsikan memiliki pertahanan terhadap serangan antimikroba. Hal ini terlihat bahwa selama proses pascapanen umbi uwi ungu dapat bertahan hingga berbulan-bulan pada suhu ruang, dan potongan umbi tidak mengalami kerusakan/kebusukan selama penyimpanan. Hal ini dikarenakan umbi uwi memiliki banyak kandungan getah yang digunakan sebagai pelindung dari serangan mikroba selama proses pascapanen. Berdasarkan hal tersebut maka umbi uwi ungu ini diasumsikan efektif sebagai antimikroba karena kemampuannya bertahan setelah proses pascapanen.

Pengembangan ekstrak tanaman sebagai agen antimikroba telah banyak ditemukan baik pada bagian daun, akar, batang, maupun pada buah. Sejauh ini tanaman uwi hanya banyak dikembangkan kedalam diversifikasi pangan, sementara pengembangan umbi sebagai antimikroba masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komponen aktif yang terdapat dalam umbi uwi ungu dengan menggunakan variasi konsentrasi ekstrak etanol untuk menghambat pertumbuhan mikroba baik pada bakteri Gram positif, bakteri Gram negatif, jenis kapang maupun khamir. Sehingga

dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memperkaya riset-riset sebelumnya terkait antimikroba dari bagian tanaman.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu,

1. Bagaimana komponen penyusun umbi uwi ungu sebagai antimikroba.
2. Bagaimana potensi metabolik sekunder ekstrak etanol umbi uwi ungu sebagai antimikroba.
3. Berapa konsentrasi ekstrak etanol umbi uwi ungu terbaik sebagai antimikroba.
4. Bagaimana kondisi sel mikroba setelah pemberian ekstrak etanol umbi uwi ungu.

C. Tujuan

Secara umum tujuan dalam penelitian ini menghasilkan antimikroba alami yang berasal dari tanaman lokal umbi uwi ungu yang diperoleh dengan mengekstrak komponen metabolit skunder dalam umbi.

Secara khusus tujuan penelitian ini yaitu,

1. Mengidentifikasi komponen penyusun ekstrak etanol umbi uwi ungu.
2. Mengidentifikasi metabolik sekunder ekstrak etanol umbi uwi ungu sebagai antimikroba.
3. Mengevaluasi konsentrasi minimum ekstrak getah umbi uwi sebagai antimikroba.
4. Mengidentifikasi kerusakan sel mikroba.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan tanaman umbi uwi ungu sebagai antimikroba, dan diharapkan dapat menjadi bahan perhatian kedepannya dalam pengembangan bahan pengawet pangan alami.

E. Ruang lingkup penelitian

Ruang lingkup penelitian ekstrak etanol umbi uwi ungu meliputi, ekstraksi, identifikasi komponen, dan penggunaan hasil ekstrak sebagai antimikroba.

F. Kebahuran penelitian (Novelty)

Ekstrak etanol dari umbi uwi ungu dapat digunakan sebagai bahan pengawet pangan alami karena memiliki keamanan pangan yang lebih baik apabila dibandingkan dengan pengawet yang bersifat sintesis. Sehingga kebaruan dari penelitian ini yaitu pemanfaatan ekstrak etanol umbi uwi ungu sebagai antimikroba yang potensial digunakan sebagai bahan pengawet pangan.

Daftar Pustaka

- Ajizah, A. 2004. Sensitivitas Salmonella thypimurium Terhadap Ekstrak Daun Psidium guajava L. *J. Bioscientiae*;. **1** (1): 31-38.
- Bajpai, V. K., Rahman, A., & Kang, S. C. 2008. Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of Nandina domestica Thunb. to control food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, **125**(2), 117e122.
- Cheeke R,P. 2004. *Saponins: surprising benefits of desert plants*. USA: Linus Pailing Institute.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambaran; Jakarta
- Guerrero,G.L. 2016. Antimicrobial activity of plant-food by-products: a review focusing on the tropics. *J. Livestock Science* , S1871-1413(16)30082-8.
- Kumar S, Mahanti P, Rath S.K, Patra J.K. 2017. Qualitative Phytochemical Analysis and Antibacterial Activity of (*Dioscorea alata* L.): A Nutraceutical Tuber Crops of Rural Odisha. *Journal Alt Med Res* **3**(1): 122.
- Lewis, K., & Ausubel, F. M. 2006. Prospects for plant-derived antibacterials. *J.Nature Biotechnology*, **24**(12), 1504e1507.
- Pelczar,J.M dan Chan, E.C.S. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi 2*. Jakarta: Penerbit UI Press.
- Rubatzky, V.E. dan M. Yamaguchi. 1998. *Fisiologi Tumbuhan*. Alih Bahasa : Diah R. Lukman dan Sumaryono. ITB Bandung. 343 Hal
- Setyawati, R.N. Idiani,N. D. Sri, N.N.M. 2014. Pengaruh Ekstrak Etanol Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea alata*.L) Terhadap Gambaran Histologis Mukosa Intestinum pada Mencit Model Alergi. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. <https://doi.org/10.18196/mmjkk.v14i2.9384>.
- Subandrio, W.K.A. 1995. *Kemoterapi Antimikroba, Antibiotika*. Fakultas MIPA Universitas Indonesia.
- Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cliver, D. O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, **21**(9), 1199e1218.
- Tiwari, B. K., Valdramidis, V. P., O'Donnell, C. P., Muthukumarappan, K., Bourke, P., & Cullen, P. J. 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**(14), 5987e6000.
- Trustinah. 2013. *Karakteristik dan keragaman Morfologi Uwi-Uwian (Dioscorea sp.)*, Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi : 717-726.
- Wallace, R. J. 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, **63**(04), 621e629.
- Zheng, L, Bae, Y, M, Jung, K, S, Heu, S, Lee, S, Y. 2013. Antimicrobial activity of natural antimicrobial substances against spoilage bacteria isolated from fresh produce. *Food Control*. **32**(2):665-672.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Uwi (*Dioscorea spp.*)

Tanaman uwi (*Dioscorea spp.*) menghasilkan umbi yang digolongkan dengan umbi udara dan umbi yang terdapat dalam tanah, tanaman ini merupakan tumbuhan monokotil semusim, tumbuh merambat dengan arah belit ke kanan, panjang batang mencapai 10 meter, tidak berduri tetapi ada yang berbintik di bagian dasar, batang bersudut empat bersayap nyata, warna hijau atau keunguan, sering kali ada umbi di ketiak daun. Daun tunggal, pertulangan daun melengkung, dengan tujuh sampai dengan sembilan tulang daun, warna daun hijau atau keunguan, helaian daun bulat telur dengan pangkal berbentuk jantung dan ujung meruncing panjang, sistem perakaran serabut. Tanaman uwi (*Dioscorea spp.*) memiliki bunga berbentuk bulir, bunga jantan bulir rapat, bunga betina bulir tidak rapat, perbungaan terjadi pada bulan Mei-Juni, dengan pipih membulat sekelilingnya bersayap. Umbi di bawah tanah memiliki bentuk dan ukuran bervariasi (Budoyo, 2010).

Spesies *Dioscorea spp.*, di Indonesia memiliki ragam morfologi yang cukup luas, terdiri atas uwi buah (*Dioscorea bulbifera*), uwi upas (*Dioscorea nummularia*), uwi sawut (*Dioscorea pentaphylla*), uwi kelapa (*Dioscorea alata* L.), gembili (*Dioscorea esculenta*), gadung (*Dioscorea hispida*) dan beberapa spesies lainnya. Secara umum, untuk membedakan satu spesies

Dioscorea dengan spesies lainnya adalah arah lilitan dan bentuk batang, ada tidaknya duri pada batang, bentuk dan jumlah helaian daun, ada tidaknya buah di atas atau biasa disebut buah katak (aerial bulbil), bentuk umbi, jumlah dan ukuran umbi, serta warna umbi (Flach dan Rumawas, 1996).

Klasifikasi uwi menurut Budoyo (2010), sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Liliales
Familia : Dioscoreaceae
Genus : *Dioscorea*
Spesies : *Dioscorea alata* L.

Umbi uwi (*Dioscorea spp.*) adalah tanaman yang penting di banyak negara tropis yang sebagian spesiesnya dibudidayakan untuk pangan dan obat-obatan (Li et al. 2011). Salah satu spesies yang terdapat di Indonesia adalah *Dioscorea alata* L (uwi, ubi kelapa, keribang, *water yam*). *Dioscorea alata* L. dalam bahasa Inggris disebut *greater yam*, *water yam* dan *tenmonths yam*. Dalam bahasa Indonesia disebut Uwi sedangkan dalam bahasa daerah Sulawesi disebut beragam nama seperti Lame, oppa, sura, kappa, kaporo.

Keanekaragaman uwi sangat banyak baik dilihat dari bentuk, ukuran, warna, maupun rasa umbinya. Terdapat lebih dari 600 spesies dari genus

Dioscorea spp. tersebar di berbagai negara, termasuk Indonesia, antara lain *Dioscorea hispida* (gadung), *Dioscorea esculenta* (gembili), *Dioscorea bulbifera* (gembolo), *Dioscorea alata* (uwi ungu/purple yam), *Dioscorea opposita* (uwi putih), *Dioscorea villosa* (uwi kuning) (Sri dan Erwan, 2013).

B. Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L.)

Tanaman uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) memiliki ciri-ciri kulit bagian dalam warna ungu tua, daging ungu muda, dan terdapat bercak ungu tidak beraturan (Prasetya, 2016). Uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) Morfologi umbi secara umum memiliki panjang batang sebesar 10-25 m dengan diameter 1 cm (Lingga, 1986). Umbi ini tumbuh di tanah yang memiliki ketinggian 800 m dpi hingga ketinggian 2.700 m dpi. Pada musim kemarau umbinya mengalami masa istirahat, agar umbi tidak mengalami kebusukan selama masa istirahat maka disimpan ditempat yang kering atau dibungkus dengan abu. Menjelang musim hujan umbi akan bertunas dan dapat digunakan sebagai bibit. Setelah masa tanam 9-12 bulan, umbinya dapat dipanen (Plantus, 2008).





Gambar 1: Umbi uwi ungu (*Dioscorea alata* L).

C. Komposisi Kimia Tanaman Umbi Uwi Ungu.

Tanaman uwi (*Dioscorea spp.*) adalah tanaman penghasil umbi, memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, mengandung vitamin, protein dan mineral. Karbohidrat sebagian besar dalam bentuk pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin (Sulistiyono, dan Marpaung, 2004). Karbohidrat uwi memiliki kadar amilosa tinggi yaitu 26,98–31,02% (Jayakody *et al.*, 2007). Mempunyai struktur yang stabil pada suhu tinggi dan pH rendah, uwi bersifat hipoglikemik (Chen dan Lin, 2007). Uwi mengandung nutrisi dan komponen fungsional seperti *mucin*, *dioscorin*, *allantoin*, *choline* dan asam amino esensial, Uwi ungu (*purple yam*) banyak mengandung antosianin (Fang *et al.*, 2011).

Tabel 1: Nilai Gizi Jenis Umbi Uwi

No	Jenis Umbi	Kandungan Gizi (% bb)					
		Air	Abu	Glukosa	Pati	Protein	Lemak
1	Manga (<i>Dioscorea alata</i> Yam)	61,75	0,51	2,00	1,80	4,09	0,51
2	Opha (<i>Dioscorea alata</i> Yam)	65,51	0,49	11,45	10,30	4,75	2,07
3	Ghofa (<i>Dioscorea esculenta</i> (Lour.) Burkill)	87,10	0,51	5,16	4,65	5,22	0,89
4	Tonea (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)	78,39	0,35	0,30	0,27	6,25	0,03

Sumber : (Wahyuni dan Fery, 2015)

Komposisi kimia uwi adalah air 71,8%, karbohidrat 24,6%, protein 2,0%, lemak 0,1%, abu 1,0%, dan serat 0,5%. Uwi mempunyai kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan umbi lain (Njie *et al.*, 1998). Umbi uwi mengandung lendir yang terdiri dari mannan protein sebesar 5% yang berpengaruh pada sifat fisikokimia (Jayakody *et al.*, 2007).

Nilai gizi dalam umbi uwi berupa air 75%, karbohidrat 19,8%-31,8%, protein 0,6%-2,0%, lemak 0,2%, mineral (Kalsium 45 mg/100 gr, Fosfor 280 mg/100 gr, Besi 1,8 mg/100 gr) dan vitamin (B1 0,10 mg/100 gr, C 9 mg/100gr) (Prawiranegara, 1996). Umbi uwi dapat disimpan dalam bentuk tepung. Tepung umbi uwi dapat dikonsumsi dengan nilai gizi hampir sama dengan ubi jalar (Bressan *et al.*, 2007).

Tabel 2 : Komposisi Kimia Ekstrak Umbi Uwi Ungu dan Kulit Ari

Komponen	Air	Karbohidrat	Protein	Lemak	Abu
Ekstrak uwi	90.01 %	8.29 %	1.4%	0,02%	0.25 %
Rendemen uwi	93.55%	4.74%	1.22%	0.23%	0.26%
Kulit ari	93.74 %	5.22 %	0.70%	0,07%	0.27 %
Rendemen kulit ari	93.48%	5.94%	0.37%	0.08%	0.13%

Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa yang mengandung unsur C, H dan O. Karbohidrat dapat ditemukan di dalam tumbuh-tumbuhan yaitu berkisar 75 %. Karbohidrat dapat dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan jumlah unit gula yaitu, gula sederhana (monosakarida), disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Monosakarida merupakan senyawa yang mengandung enam atau lima atom karbon. Monosakarida merupakan senyawa yang tidak berwarna, mempunyai rasa manis dan berbentuk

kristal serta larut dalam air. Salah satu jenis monosakarida yang penting adalah glukosa atau gula yang memiliki enam atom karbon. Glukosa merupakan monosakarida yang paling umum dan senyawa organik yang paling banyak terdapat di alam (Hamidjojo, 2005).

Polisakarida sebagai pembangun (architectural) misalnya selulosa, yang memberikan kekuatan pada batang kayu bagi tumbuhan, dan kitin, komponen selular dari kerangka luar serangga. Polisakarida nutrisi yang lazim ialah pati (yang terdapat dalam padi dan kentang) dan glikogen, yaitu karbohidrat yang siap dipakai dalam tubuh hewan. Polisakarida sebagai zat spesifik yaitu heparin, adalah polisakarida yang mencegah koagulasi darah (Fessenden, 1986).

Protein

Protein merupakan suatu senyawa polimer dari asam-asam amino dengan berat molekul yang tinggi (104 sampai 106). Protein sebagai pembentuk struktur sel yang menghasilkan hormon, enzim. Ditinjau dari segi kimia unsur-unsur dasar penyusun protein C, H, O dan N. Protein juga mengandung belerang, fosfor dan beberapa unsure logam seperti seng, besi dan tembaga. Banyaknya unsur N dalam suatu bahan pangan merupakan kriteria penetapan kadar protein (Anwar, 1994).

Protein merupakan polimer yang panjang dari asam-asam amino yang bergabung melalui ikatan peptida. Peptida adalah jenis ikatan kovalen yang menghubungkan suatu gugus karboksil satu asam amino dengan gugus asam amino lainnya sehingga terbentuk suatu polimer asam amino (Toha,

2001). Komposisi rata-rata unsur kimia yang terdapat dalam protein adalah karbon 55%, hidrogen 7%, oksigen 23%, nitrogen 16%, sulfur 1% dan kurang dari 1% fosfor (Winarno, 2004).

Berdasarkan strukturnya protein digolongkan menjadi struktur primer, sekunder dan tersier. Struktur primer yaitu struktur dasar dari protein. Susunan linier asam amino dalam protein merupakan suatu rangkaian unik asam amino yang menentukan sifat dasar dari berbagai protein, dan secara umum menentukan bentuk struktur sekunder dan tersier (Martoharsono, 1998).

Struktur tersier adalah susunan dari struktur sekunder yang satu dengan yang lain. Umumnya bentuk - bentuk sekunder ini dihubungkan oleh ikatan hidrogen, ikatan garam, ikatan hidrofobik, dan ikatan disulfida. Ikatan disulfide merupakan ikatan yang terkuat dalam mempertahankan struktur tersier protein (Gaman, 1992).

Lemak

Lemak merupakan suatu senyawa biomolekul, mempunyai sifat umum larut dalam pelarut - pelarut organik seperti eter, kloroform dan benzen, tetapi tidak larut dalam air. Lemak dan minyak (trigliserida atau triasilgliserol) merupakan ikatan ester antara asam lemak dan gliserol. Ikatan antara karbon yang satu dengan yang lainnya pada asam lemak dapat berupa ikatan jenuh dan dapat pula berupa ikatan tidak jenuh (rangkap) (Suwandi, 1989).

Kadar air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air menjadi salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Sandjaja, 2009).

Kadar abu

Kadar abu adalah banyaknya sisa pembakaran sempurna dari suatu bahan. Penentuan kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan. Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan mineral yang terdapat dalam makanan atau bahan pangan. Suatu bahan apabila dibakar sempurna pada suhu 500-600 °C selama beberapa waktu, semua senyawa organiknya akan terbakar menjadi CO₂, H₂O dan gas lain yang menguap (Sandjaja, 2009).

Tanaman *Dioscorea* memiliki kadar abu lebih tinggi dibanding jenis umbi - umbian lain. Kadar abu yang tinggi berbanding lurus dengan kandungan mineral yang dikandung. *Dioscorea* merupakan sumber energi dan menyumbangkan mineral penting bagi kesehatan. Mineral yang terkandung di dalam *Dioscorea* yaitu kalsium (Ca), Fosfor (P) dan Besi (Fe) (Njie *et al.*, 1998).

Serat

Serat kasar merupakan residu yang berasal dari bahan makanan yang mengandung senyawa karbohidrat setelah diperlakukan dengan asam atau alkali mendidih, dan terdiri dari selulosa dengan sedikit lignin dan pentose. Serat kasar juga merupakan kumpulan dari semua serat yang tidak bisa dicerna, komponen dari serat kasar ini yaitu terdiri dari selulosa, pentosa, lignin, dan komponen-komponen lainnya. Serat ataupun senyawa-senyawa yang termasuk dalam serat mempunyai sifat kimia yang tidak larut dalam air, asam atau basa meskipun dengan pemanasan ataupun hidrolisis (Sitompul, 2005).

Serat dibagi atas dua berdasarkan kelarutannya dalam air yaitu serat dapat larut dalam air dan yang tidak dapat larut air. Serat yang tidak dapat larut air adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Serat yang dapat larut dalam air adalah pektin, gum, mucilage, aglikan dan alga. (Almaitsier, 2009). Serat yang larut dalam air cenderung bercampur dengan air membentuk jaringan gel (seperti agar) (Wirjatmadi *et al.*, 2002).

- Getah uwi

Kandungan getah dalam umbii ungu tinggi. Getah kental ini terdiri dari glikoprotein dan polisakarida seperti mannan dan selulosa (Tsukui *et al.*, 1999). Umbi uwi mengandung getah yang terdiri dari mannan - protein sebesar 5% yang mempengaruhi sifat fisikokimia dari umbi. Getah mengikat air sehingga dapat menghambat pembengkakan granula pati (Yeh *et al.*, 2009). Getah dapat digunakan sebagai pengental dalam produk

makanan. Getah sangat berguna karena mengandung diosgenin, prekursor progesteron, kortison dan steroid lainnya, tetapi dalam pembuatan pati, lendir dihilangkan karena dapat menghambat pengendapan butiran pati dari uwi (Fu *et al.*, 2004). Menurut Aprianita (2010), lendir mengandung gugus hidroksil dalam jumlah tinggi, lendir memiliki kapasitas ikat air yang besar, akibatnya lendir dapat mempengaruhi gelatinisasi dan sifat amilografi pati. Lendir adalah polisakarida larut yang membentuk koloid kental dalam air (Chiu *et al.*, 2009).

Umbi ungu dan umbi putih memiliki polisakarida non pati larut dalam air (PLA) yang mengandung gugus CH₃, CH₂, OH, NH, C=O, asetil (C-O), karboksilat (COOH), dan gugus C-O-C. Hidrolisat PLA mengandung glukosa lebih banyak, manosa, arabinosa, asam glukoronat, asam galakturonat dalam jumlah kecil. Akan tetapi dalam hidrolisat galaktosa dan rhamnosa dalam hidrolisat (Harijono, 2013). Polisakarida kental dari umbi uwi terdiri dari manosa, arabinosa, glukosa, galaktosa, xilosa, dan rhamnosa yang berkontribusi terhadap serat pangan larut air (Estiasih dkk., 2012). Selain sebagai antimikroba air dari getah uwi air getah uwi dapat digunakan sebagai pestisida yang ramah lingkungan (Ajisaka, 2008).

- **Glukomannan**

Mannan (glukomannan) merupakan polisakarida yang tersusun oleh satuan-satuan *D*-glukosa dan *D*-mannosa. Dalam satu molekul mannan terdapat *D*-mannosa sejumlah 67 persen dan *D*-glukosa sejumlah 33

persen, bentuk ikatan yang menyusun polimer mannan adalah B-1,4glikosida dan B-1,6-glikosida (Putu *et al.*, 2014).

Glukomannan mengandung jenis protein yang dapat berfungsi sebagai protein antimikroba salah satunya adalah lektin. Lektin merupakan kelompok protein yang berikatan dengan karbohidrat yang spesifik. Lektin banyak terdapat di biji maupun umbi (Candido *et al.*, 2001). Beberapa contoh lektin tanaman yang telah diuji aktivitas antibakterinya antara lain: umbi *A. maculatum* (Majumder, 2004), serta protein dari biji *D. regia* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*, *E. coli* dan beberapa bakteri lainnya (Sammour, 1992).

Glukomanan merupakan polisakarida yang tersusun oleh satuan-satuan D-glukosa dan D-mannosa. Glukomanan dalam cairan akan membentuk gel yang mempunyai viskositas cukup tinggi sehingga berfungsi sebagai pengemulsi (emulgator) pada industri makanan, kertas dan kosmetika (Chairul, 2006).

- Glikoprotein

Glikoprotein merupakan gabungan karbohidrat dengan protein. Dengan jumlah karbohidrat 8-20 % (John, 1997). Glikoprotein mengandung rantai oligosakarida yang mengikat glikan dengan ikatan kovalen pada rantai polipeptida bagian samping.

Glikoprotein dari uwi merupakan polisakarida Larut Air (PLA) dari umbi berupa getah yang kental. Kandungan PLA dalam *Dioscorea spp* tinggi. Getah kental *Dioscorea spp* terdiri dari glikoprotein dan polisakarida seperti

mannan dan selulosa (Tsukui et al., 1999). Glikoprotein berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antimikroba. Glikoprotein mengandung gugus CH_3 , CH_2 , OH , NH , $\text{C}=\text{O}$, asetil (C-O), karboksilat (COOH), dan gugus C-O-C. Hidrolisat PLA mengandung glukosa lebih banyak, manosa, arabinosa, asam glukoronat, asam galakturonat dalam jumlah kecil. Galaktosa dan rhamnosa tidak terdeteksi dalam hidrolisat (Harijono dkk, 2013). Polisakarida kental dari *Dioscorea* liar terdiri dari mannosa, arabinosa, glukosa, galaktosa, xilosa, dan rhamnosa yang berkontribusi terhadap serat pangan larut air (Wu, 2005).

D. Antimikroba pada Tanaman

Antimikroba dapat bekerja secara bakterisidal (membunuh) atau bakteriostatik (menghambat pertumbuhan mikroba) (Pelczar and Chan, 1988). Berdasarkan sifat toksisitas selektif sifat antibakteri sebagai bakteriostatik pertumbuhan bakteri dikenal sebagai kadar hambat minimal dan konsentrasi minimal yang diperlukan untuk membunuh mikroba disebut dengan Kadar bunuh minimal antibakteri diantaranya adalah pH lingkungan, komponen perbenihan bakteri, stabilitas zat aktif, besarnya inokulum, lamanya inkubasi dan aktifitas metabolit bakteri (Suwandi, 2012).

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman memiliki aktivitas antibakteri dengan berbagai mekanisme yang dapat bekerja secara sinergi. Menurut Subandrio (1995), metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman memiliki mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri yang berbeda-beda. Bahan aktif yang bersifat sebagai

antibakteri dapat mengganggu proses fisiologis dan menghalangi terbentuknya komponen sel bakteri seperti sintesis dinding sel, membran sitoplasma sintesis protein dan sintesis asam nukleat .

Bahan aktif yang memiliki kelarutan tinggi pada pelarut polar, akan lebih mudah menembus lapisan fosfolipid membran sel sehingga lebih cepat mengganggu fungsi fisiologis bakteri dan pada akhirnya sel akan mengalami kematian (Kneblock *et al*, 1989). Beberapa kajian metabolit skunder tanaman berperan sebagai antimikroba (Bajpai, *et al.*, 2008; Tajkarimi *et al.*, 2010; Tiwari *et al.*, 2009).

- **Tanin**

Mekanisme tanin sebagai antibakteri menghambat enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase yang berperan dalam proses multiplikasi bakteri sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk dan memperbanyak diri (Masduki, 1996). Tanin menghilangkan kemampuan adesi mikroba dan membentuk ikatan kompleks dengan enzim dan protein transport bakteri (Cheeke, 2004). Senyawa tanin dapat menghambat aktivitas enzim protease, menghambat enzim pada protein transpor selubung sel bakteri, dan destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik (Akiyama *et al.*, 2001).

Tanin merupakan kelompok senyawa polifenol yang memiliki aktifitas antibakteri, dengan mekanisme mengkerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri, akibat

terganggunya permeabilitas, sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati (Ajizah, 2004).

- **Alkaloid**

Mekanisme kerja alkaloid yaitu dengan cara mengganggu terbentuknya komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga dapat mengakibatkan sel bakteri menjadi lisis. Terpenoid dapat menyebabkan terjadinya lisis pada sel bakteri dengan mengikat protein, lipid, dan atau karbohidrat yang terdapat pada membran sel (Harborne, 1987). Mekanisme alkaloid dan alkilamid sebagai antibakteri melalui interkalasi DNA (penambahan suatu molekul diantara basa DNA) (Cowan *et al.*, 1999).

Mekanisme antibakteri alkaloid yaitu komponen alkaloid diketahui sebagai interkelator DNA dan menghambat enzim topoisomerase sel bakteri (Karou, 2005). Hal yang sama dikemukakan oleh Dianita (2011), bahwa Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri dari bahan antimikroba alkaloid dan berberine bekerja dengan cara menghambat enzim yang berperan dalam proses replikasi DNA. Inhibisi replikasi DNA akan menyebabkan bakteri tidak dapat melakukan pembelahan sehingga menghambat pertumbuhan bakteri. Sementara itu, alkaloid yang terdapat dalam ekstrak dapat mengganggu terbentuknya jembatan silang komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tertentu.

- Saponin

Mekanisme saponin sebagai antibakteri Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri yaitu dapat menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel (Madduluri *et al.*, 2013). Sifatnya sebagai senyawa aktif permukaan disebabkan adanya kombinasi antara aglikon lipofilik dengan gula yang bersifat hidrofilik (Houghton dan Raman, 1998). Saponin bekerja sebagai antimikroba karena senyawa saponin dapat melakukan mekanisme penghambatan dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan membran sel melalui ikatan hidrogen, sehingga dapat menghancurkan sifat permeabilitas dinding sel bakteri dan menimbulkan kematian sel bakteri (Noer dan Nurhayati, 2006).

Saponin memiliki komponen aktif *aglycone* yang bersifat membranolitik yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan permukaan dinding sel bakteri. Setelah tegangan permukaan dinding sel bakteri menurun, saponin membentuk kompleks dengan sterol yang menyebabkan pembentukan *single ion channel*. *Single ion channel* menyebabkan ketidakstabilan membran sel sehingga menghambat aktivitas enzim dalam transport ion yang berperan dalam kehidupan bakteri. Rusaknya membran sel ini sangat mengganggu kelangsungan hidup bakteri (Harborne, 1996). Saponin pada konsentrasi yang tinggi dapat melubangi sel dan mengganggu permeabilitasnya (Hassan, 2004).

Saponin berdifusi melalui membran luar dan dinding sel kemudian mengikat membran sitoplasma sehingga mengganggu dan mengurangi

kestabilan membran sel. Hal ini menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel (Cavalieri *et al.*, 2005).

- **Flavanoid**

Komponen fenolik umumnya larut dalam pelarut organik yang sifatnya polar seperti methanol, etanol, dan air yang mempunyai cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. flavonoid termasuk dalam senyawa polar karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil yang tak tersulih atau suatu gula, sehingga larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, dimetilsulfoksida, dimetilformamida, dan air (Harborne, 1996). Mekanisme kerja flavonoid sebagai antimikroba dapat dibagi menjadi 3 yaitu menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sel dan menghambat metabolisme energi (Rijayanti, 2014). Dalam penghambatan sintesis asam nukleat, cincin A dan B senyawa flavonoid berperan penting dalam proses interkelasi atau ikatan hydrogen, dengan menumpuk basa asam nukleat sehingga menghambat pembentukan DNA dan RNA. Sedangkan kerja flavonoid yang menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom dan lisosom, merupakan hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri (Cushnie, 2005).

Senyawa flavonoid memiliki mekanisme penghambatan dengan mencegah pembentukan energi pada membran sitoplasma dan menghambat motilitas bakteri, yang juga berperan dalam aksi antimicrobial serta protein ekstraseluler (Roisatin, 2005)

Flavonoid dalam konsentrasi tinggi menyebabkan kerusakan membran sel bakteri secara total dan mengendapkan protein sel sehingga terjadi denaturasi protein, sedangkan dalam konsentrasi rendah menyebabkan kebocoran sel bakteri sehingga keluarnya metabolit-metabolit penting dari sel bakteri. Membentuk senyawa kompleks dari protein ekstraseluler dan terlarut sehingga merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Li *et al.*, 2003).

Aktivitas senyawa flavonoid terhadap bakteri dilakukan dengan merusak dinding sel bakteri yang terdiri atas lipid dan asam amino. Lipid dan asam amino tersebut akan bereaksi dengan gugus alkohol pada senyawa flavonoid sehingga dinding sel akan rusak dan flavonoid masuk ke dalam inti sel bakteri. Di dalam inti sel, flavonoid akan bereaksi berkontak dengan DNA dan menyebabkan rusaknya struktur lipid DNA sehingga bakteri akan lisis dan sel akan mati. Reaksi pengrusakan struktur lipid DNA disebabkan perbedaan kepolaran antara lipid penyusun DNA dengan gugus alkohol flavonoid (Rustama dan Lingga, 2005).

- Fenolik

Fenolik komponen yang terkandung didalam flavanoid merupakan suatu alkohol yang bersifat asam (asam karbolat). Mekanisme senyawa fenol sebagai antibakteri dalam membunuh mikroorganisme yaitu dengan mendenaturasi protein sel. Sehingga ikatan hidrogen yang terbentuk antara fenol dan protein mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Ikatan hidrogen tersebut akan mempengaruhi permeabilitas dinding sel dan

membran sitoplasma sebab keduanya tersusun atas protein. Dengan demikian maka permeabilitas dinding sel dan membran sitoplasma yang terganggu dapat menyebabkan ketidakseimbangan makromolekul dan ion dalam sel menjadi lisis (Pelczar dan Chan, 1988). Flavanoid merupakan senyawa fenol, sementara senyawa fenol dapat bersifat koagulator protein (Dwidjoseputro, 2005).

- Terpenoid

Terpenoid mempunyai mekanisme antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri. Senyawa terpenoid mengakibatkan pemecahan membran oleh komponen-komponen lipolik, mengganggu permeabilitas membran sel jamur yang mengakibatkan terjadinya kerusakan krista sehingga energi yang dihasilkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan sel menjadi berkurang, dan pertumbuhan jamur menjadi terhambat (Cowan, 1999).

Terpenoid larut dalam lemak dan terdapat di dalam sitoplasma sel tumbuhan (Harbone, 1996). Kebanyakan peneliti berpendapat bahwa fungsi terpenoid rendah dalam tumbuhan, lebih bersifat ekologi daripada fisiologi. Banyak senyawa ini yang menghambat pertumbuhan tumbuhan pesaingnya dan dapat bekerja sebagai insektisida atau berdaya racun terhadap hewan tinggi (Robinson, 1995). Salah satu senyawa terpenoid yang mempunyai aktivitas antijamur adalah (R)-6-[(Z)-1-heptenil]-5,6-dihidro-2H-piran-2-one yang diisolasi dari *Hyptis ovalifolia* Benth.

Senyawa ini menunjukkan aktivitas antijamur secara in vitro terhadap *Microsporum canis*, *Microsporum gypseum*, *Tricophyton mentagrophytes*, dan *Tricophyton rubrum*. Terpenoid bereaksi dengan porin pada membran luar dinding sel bakteri dan membentuk ikatan polimer yang kuat yang mengakibatkan rusaknya porin yang mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Cowan, 1999).

E. Mekanisme Kerja Komponen Antimikroba

Antimikroba dapat mengakibatkan kerusakan komponen sel bakteri. Mekanisme kerja antimikroba menurut Suwandi (2012), yaitu:

1. Merusak Dinding Sel

Struktur dinding sel dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukan atau mengubah setelah selesai terbentuk.

2. Merusak Membran Sel

Membran sitoplasma mempertahankan bahan-bahan tertentu di dalam sel serta mengatur aliran keluar masuknya bahan-bahan lainnya dan memelihara komponen-komponen seluler. Kerusakan pada membran sitoplasma dapat berakibat terhambatnya pertumbuhan sel sehingga menyebabkan kematian sel.

3. Menghambat Sintesis Protein Sel Mikroba

Kehidupan sel bergantung pada pemeliharaan molekul protein dan asam nukleat. Antimikroba dapat mengakibatkan koagulasi protein atau denaturasi bahan-bahan sel yang penting.

4. Menghambat Metabolisme Sel Mikroba

Setiap enzim dari beratus-ratus enzim berbeda-beda yang ada di dalam sel dan merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel.

5. Penghambatan Sintesis Asam Nukleat dan Protein

Protein, DNA dan RNA memegang peranan penting di dalam proses kehidupan normal sel. Hal ini berarti gangguan apapun yang terjadi pada zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan sel.

F. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan komponen senyawa dari suatu bahan satu atau lebih dari bahan yang merupakan sumber komponennya. Proses pemisahan senyawa dari simplisian dilakukan dengan menggunakan pelarut tertentu sesuai dengan sifat senyawa yang akan dipisahkan. Pemisahan senyawa berdasarkan sifatnya di mana senyawa akan larut dengan senyawa yang sama tingkat polaritasnya. Bahan dan senyawa kimia akan mudah larut pada pelarut yang relative sama kepolarannya. Kepolaran suatu pelarut ditentukan oleh besarnya konstanta dielektriknya, yaitu semakin besar nilai konstanta dielektrik pelarut maka polaritasnya semakin besar. Beberapa aspek dalam pemilihan pelarut yaitu selektifitas merupakan metode pelarut yang hanya melarutkan komponen target yang diinginkan dan bukan komponen lain, kelarutan yaitu suatu kemampuan pelarut untuk melarutkan ekstrak yang lebih besar dengan

sedikit pelarut, toksisitas merupakan pelarut yang tidak beracun, penguapan yaitu pelarut yang digunakan mudah untuk diuapkan, ekonomis dimana harga pelarut relative murah menurut (Ahmad, 2006).

- Metode Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair diperoleh dengan menyari simplisia nabati atau hewani menurut cara yang paling cocok, di luar pengaruh cahaya matahari langsung. Jenis ekstrak terdiri dari ekstrak encer, sediaan yang masih dapat dituang. Ekstrak kental, sediaan yang tidak dapat dituang dan memiliki kadar air sampai 30%. Ekstrak kering sediaan yang berbentuk serbuk, dibuat dari ekstrak tumbuhan yang diperoleh dari penguapan bahan pelarut. Ekstrak cair mengandung simplisia nabati yang mengandung etanol sebagai bahan pengawet.

Ekstraksi tunggal merupakan ekstraksi dengan melarutkan bahan yang akan diekstrak dengan satu jenis pelarut. Ekstraksi tunggal menghasilkan rendemen yang rendah dibandingkan dengan ekstraksi bertingkat. Ekstraksi bertingkat dilakukan secara berturut-turut dengan menggunakan pelarut non polar (misalnya kloroform), semipolar (etil asetat), pelarut polar (methano/etanol) (Sudarmadji dkk, 2007).

Metode maserasi merupakan ekstraksi dingin dengan cara penyarian dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dengan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di

luar sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel.

Metode Perkolasi merupakan proses penyarian simplisia dengan jalan melewati pelarut yang sesuai secara lambat pada simplisia dalam suatu percolator. Perkolasi bertujuan supaya zat berkhasiat tertarik seluruhnya dan biasanya dilakukan untuk zat berkhasiat yang tahan ataupun tidak tahan pemanasan. Cairan penyari dialirkan dari atas ke bawah melalui serbuk tersebut, cairan penyari akan melarutkan zat aktif sel-sel yang dilalui sampai mencapai keadaan jenuh. Gerak kebawah disebabkan oleh kekuatan gaya beratnya sendiri dan cairan di atasnya, dikurangi dengan daya kapiler yang cenderung untuk menahan. Kekuatan yang berperan pada perkolasi antara lain: gaya berat, kekentalan, daya larut, tegangan permukaan, difusi, osmosa, adesi, daya kapiler dan daya geseran (friksi).

Metode refluks salah satu metode ekstraksi panas dengan sintesis senyawa anorganik menggunakan pelarut yang volatil. Pada kondisi ini jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi berjalan sampai selesai. Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dengan kondensor sehingga pelarut yang tadinya dalam bentuk uap akan mengembun pada kondensor dan turun lagi ke dalam wadah reaksi sehingga pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung. Sedangkan aliran gas N₂ diberikan agar tidak ada uap air atau gas oksigen yang masuk

terutama pada senyawa organologam untuk sintesis senyawa anorganik karena sifatnya reaktif.

Metode Soxlet adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Sokletasi digunakan pada pelarut organik tertentu. Dengan cara pemanasan, sehingga uap yang timbul setelah dingin secara kontinyu akan membasahi sampel, secara teratur pelarut tersebut dimasukkan kembali ke dalam labu dengan membawa senyawa kimia yang akan diisolasi tersebut. Suatu pelarut akan cenderung larut dengan tingkat kepolaran yang sama begitupun dengan pelarut non polar (Ahmad, 2006).



Gambar 2: Evaporasi Ekstrak Etanol

- Pelarut Etanol

Etanol merupakan golongan alkohol dengan jumlah atom karbon dua dan mempunyai nilai kepolaran 0,68 (Ashurst, 1995). Keuntungan penggunaan etanol sebagai pelarut adalah mempunyai titik didih yang rendah, oleh karena itu, jumlah etanol yang tertinggal di dalam ekstrak

sangat sedikit. Etanol dipertimbangkan sebagai penyari karena lebih selektif, mikrobia sulit tumbuh dalam etanol 20% ke atas, tidak beracun, netral, absorpsinya baik, etanol dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan, panas yang diperlukan untuk pemekatan lebih sedikit. Etanol dapat melarutkan alkaloid basa, glikosida, kurkumin, kumarin, antrakinon, flavonoid, steroid, damar dan klorofil, dengan demikian zat pengganggu yang terlarut hanya sedikit (Kemenkes RI, 1986). Etanol tidak menyebabkan pembengkakan membran sel dan memperbaiki stabilitas bahan obat terlarut. Keuntungan lain dari etanol mampu mengendapkan albumin dan menghambat kerja enzim. Etanol (70%) sangat efektif dalam menghasilkan jumlah bahan aktif yang optimal, (Kemenkes RI, 1986).

Tabel 3: Sifat Pelarut dalam Ekstraksi

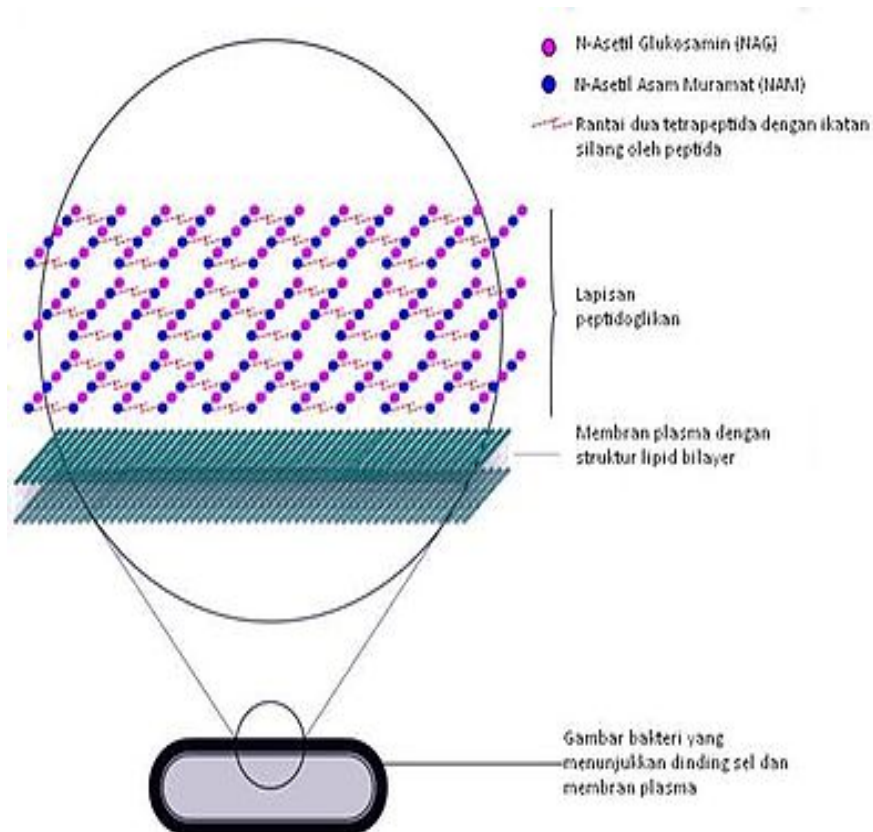
Pelarut	Polaritas	Titik didh (^o C)	Konstanta dielektrik	Indeks polaritas (%)
Heksana	0,00	68,70	2,40	0,010
Toluen	0,29	11,04	2,30	0,46
Benzene	0,32	80,10	6,00	0,058
Etil asetat	0,38	77,10	20,70	9,8
Aseton	0,47	56,20	18,30	5,1
Etanol	0,68	78,30	32,60	5,2
Methanol	0,73	64,80	78,50	5,1
Air	0,90	100,00	-	Larut

Sumber : Harborne (1996)

G. Bakteri Gram Positif

Sel bakteri Gram positif terdiri dari 90% peptidoglikan, ruang periplasma yang merupakan tempat enzim-enzim ekstraseluler dan membrane sitoplasma yang terlibat dalam proses respirasi. Peptidoglikan tersusun dari N-asetilglukosamin dan N-asetilmuramat yang saling berikatan satu sama lain serta asam-asam amino L alanin, D-alanin, D-

glutamat dan lisin. Sintesis dinding sel melibatkan sejumlah enzim untuk menggabungkan fosfoenolpiruvat dengan N-asetilglukosamin. Bakteri Gram positif memiliki 40 lapisan peptidoglikan, merupakan 50% dari bahan dinding sel. Bakteri Gram negatif hanya 1-2 lapisan peptidoglikan dan merupakan 5-10% dari bahan dinding sel. Setiap zat yang menghambat salah satu langkah biosintesis peptidoglikan akan menyebabkan dinding sel bakteri yang tumbuh menjadi lemah dan sel akan mengalami lisis (Jawetz *et al.*, 1996). Pada bakteri Gram positif dinding selnya mengandung peptidoglikan serta lapisan tipis asam teikoat dan asam teikoronat yang bermuatan negatif.



Gambar 3: Struktur Dinding Sel Bakteri Gram Positif.
 Sumber <https://id.wikipedia.org/wiki/Gram-positif> (Diakses Juni 2020)

- ***Staphylococcus aureus***

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif yang menghasilkan pigmen kuning, bersifat aerob fakultatif, tidak menghasilkan spora dan tidak motil, umumnya tumbuh berpasangan maupun berkelompok, dengan diameter sekitar 0,8-1,0 μm (Shaikh, 1999). Dinding selnya terdiri dari peptidoglikan yang sangat tebal dan memberi kekakuan untuk mempertahankan keutuhan sel (Morin dan Gorman, 1995).

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* adalah :

Kerajaan : Bacteria

Filum : Firmicutes

Kelas : Bacilli

Bangsa : Bacillales

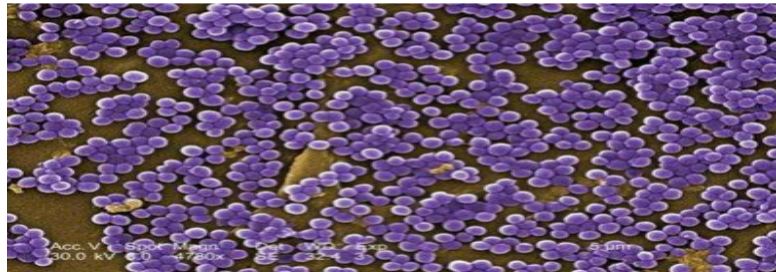
Suku : Staphylococcaceae

Marga : *Staphylococcus*

Jenis : *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri osmotoleran, yaitu bakteri yang dapat hidup di lingkungan dengan rentan konsentrasi zat terlarut (contohnya garam) yang tinggi, dan dapat hidup pada konsentrasi NaCl sekitar 3 Molar. *S. aureus* tumbuh dengan optimum pada suhu 37°C dengan waktu pembelahan 0,47 jam (Prescott *et al.*, 2002). Bersifat anaerob fakultatif, dapat tumbuh baik dengan kondisi habitat yang mengandung NaCl hingga 10 % dan pada suhu 60 °C hingga 30 menit (Bauman, 2007). *Staphylococcus aureus* tumbuh pada suhu 7-47,8°C dan

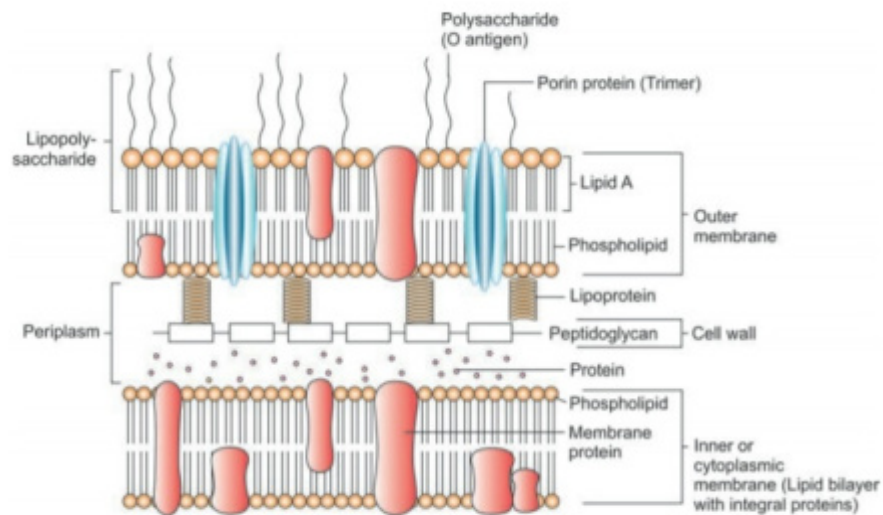
memproduksi enterotoksin antara suhu 10 - 46 °C (Jay, 1992). *Staphylococcus aureus* dapat bersifat toksin pada bahan pangan yang mengandung protein (Tatang dan wardah, 2014).



Gambar 4: Bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus*.
Sumber <https://id.wikipedia.org/wiki/Gram-positif> (Diakses Juni 2020)

H. Bakteri Gram Negatif

Lapisan luar bakteri gram negatif tersusun oleh lipopolisakarida (LPS) + lipoprotein, ruang periplasma dan membran sitoplasma. Bakteri Gram negatif mengandung 5-10% peptidoglikan. Lapisan lipopolisakarida (LPS) terikat dengan Ca dan Mg yang berfungsi sebagai penghalang masuknya senyawa-senyawa bakteriosin, enzim, dan senyawa hidrofobik (Alakomi *et al*, 2000). Menurut Purwoko (2007), dinding sel bakteri Gram negatif tersusun atas membran luar, peptidoglikan dan membran dalam. Peptidoglikan yang terkandung dalam bakteri Gram negatif memiliki struktur yang lebih kompleks dibandingkan Gram positif. Membran luarnya terdiri dari lipid, liposakarida dan protein. Peptidoglikan berfungsi mencegah sel lisis, menyebabkan sel kaku dan memberi bentuk kepada sel.



Gambar 5: Struktur Dinding Sel Bakteri Gram Negatif.
 Sumber Microbiology bybioearthworm.wordpress.com (Diakses Juni, 2020)

- ***Escherichia coli***

Bakteri *Escherichia coli* merupakan merupakan bakteri Gram negatif, bentuk batang, memiliki ukuran 2,4 mikro 0,4 hingga 0,7 mikro, bergerak, tidak berspora, positif pada tes indol, glukosa, laktosa, sukrosa (Greenwood *et al.*, 2007).

Menurut Salle (1961), Klasifikasi dari *Escherichia coli* adalah sebagai berikut :

- Divisio : Protophyta
- Subdivisio : Schizomycetea
- Kelas : Schizomycetes
- Ordo : Eubacteriales
- Familia : *Enterobacteriaceae*
- Genus : *Escherichia*
- Spesies : *Escherichia coli*

Pertumbuhan bakteri *E. coli* optimal pada suhu 37°C pada media yang memiliki kandungan pepton sebesar 1% yang digunakan sebagai sumber karbon dan nitrogen.

Bakteri *E. coli* dapat memfermentasi laktosa dan memproduksi indol yang berfungsi untuk mengidentifikasi bakteri yang terdapat atau mengkontaminasi makanan dan air. Bakteri *E. coli* dapat bertahan hidup hingga suhu 60°C pada waktu 15 menit atau pada suhu 55°C pada waktu 60 menit (Ganiswarna, 1995).

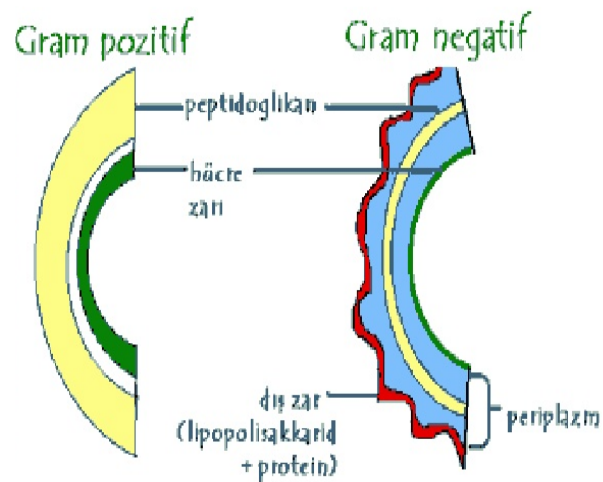
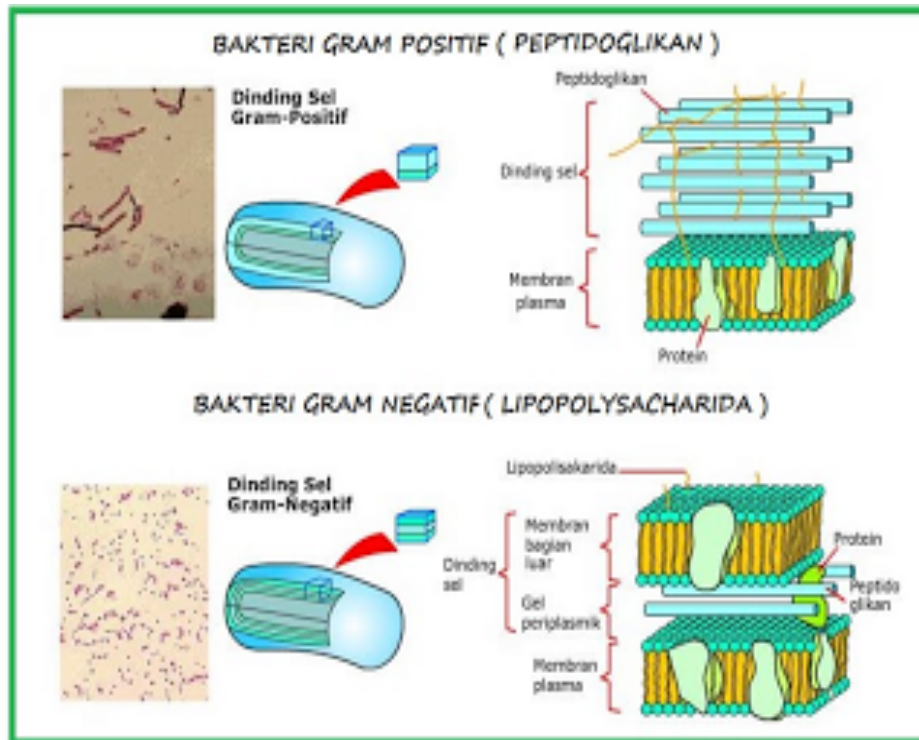
Biakan *E. coli* berupa koloni berwarna merah pada agar Mac Conkey yang menunjukkan bahwa dapat memfermentasi laktosa dan bersifat non patogen didalam usus (Gibson, 1996). Bakteri *E. coli* dapat bersifat patogen terutama akibat toksin yang dihasilkan. Bakteri *E. coli* menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus. (Jawetz *et al.*, 2005).

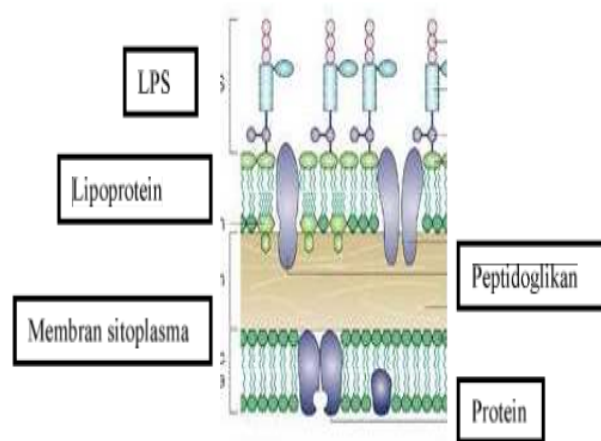
Bakteri *E. coli* dapat menginfeksi manusia melalui cemaran pada beberapa bahan pangan dan air. Jenis bahan pangan yang tercemar biasanya disebabkan oleh sanitasi air dan peralatan yang buruk. Sanitasi yang buruk penyebab banyaknya kontaminasi bakteri *E. coli* dalam air bersih yang dikonsumsi masyarakat (Adisasmito, 2007). Bakteri *E. coli* dan *B. cereus* sering terdapat pada makanan. Bakteri tersebut dapat mengkontaminasi makanan sehingga menyebabkan diare atau sakit perut apabila makanan tersebut dikonsumsi oleh manusia (Irianto, 2014).



Gambar 6: Bakteri *Escherichia coli*

Sumber <https://id.wikipedia.org/wiki/Gram-positif> (Diakses Juni 2020)





Gambar 7: Perbedaan Struktur Dinding Sel Bakteri Gram positif dan Bakteri Gram negatif.

I. Kapang

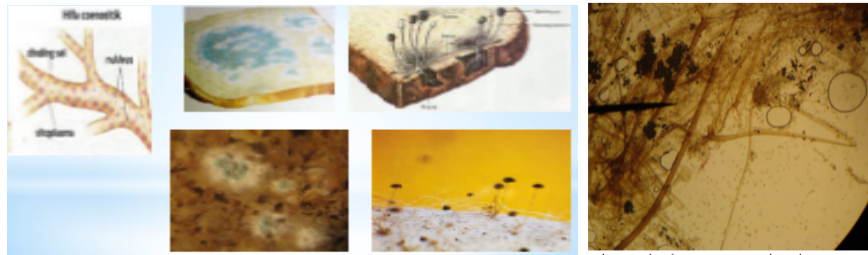
Kapang dianggap sebagai jamur dalam pangan karena dapat tumbuh pada berbagai kondisi, bahkan dimana kondisi beberapa bakteri tidak dapat tumbuh seperti pada pangan yang mempunyai pH dan a_w rendah, tekanan osmotik yang tinggi. Pertumbuhan kapang diinginkan dalam produksi keju dan pangan fermentasi seperti tempe dan tahu. Kapang merupakan organisme saprofitik, secara biokimia dapat memecahkan bahan-bahan organik kompleks menjadi sederhana yang dapat menyebabkan pembusukan dalam bahan pangan. Beberapa jenis kapang dapat memproduksi mikotoksin dan menyebabkan keracunan pangan. Kapang tumbuh dengan cara memperpanjang hifa. Satu hifa dapat menghasilkan spora aseksual (Sopandi dan Wardah, 2014).

- ***Rhizopus oligosporus***

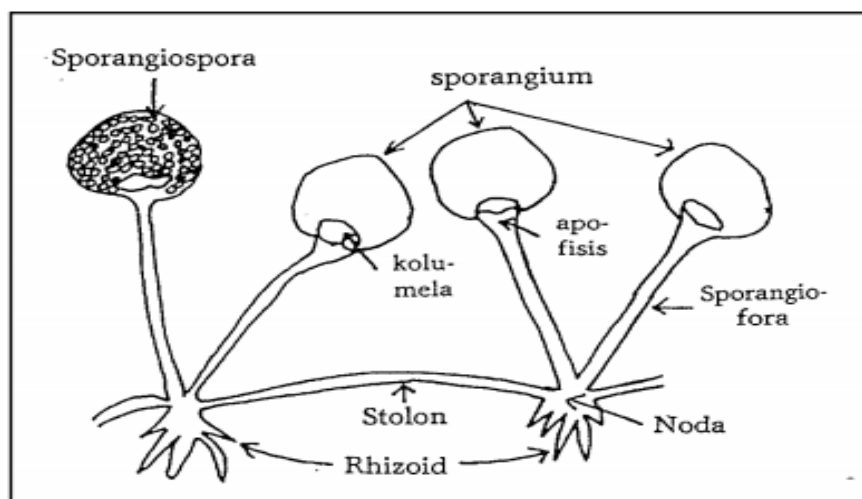
Kapang *Rhizopus* merupakan kapang yang tidak bersepta dan membentuk sporangiospora dalam sporangium. Dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai buah dan sayuran.

Kapang *Rhizopus oligosporus* mempunyai ciri dengan membentuk koloni dengan tinggi 1 mm atau lebih berwarna abu-abu kecoklatan, tumbuh pada suhu optimum 30-35°C, suhu minimum 42°C. Sporangiofor tunggal atau dalam kelompok dengan dinding halus atau agak sedikit kasar, dengan panjang lebih dari 1000 µm dan diameter 10-18 µm. Sporangia globosa yang pada saat masak berwarna hitam kecoklatan, dengan diameter 100-180 µm. Klamidospora banyak, tunggal atau rangkaian pendek, tidak berwarna, dengan berisi granula, terbentuk pada hifa, sporangiofor dan sporangia. Bentuk klamidospora globosa, elip atau silindris dengan ukuran 7-30 µm atau 12-45 µm x 7-35 µm (Madigan dan Martinko, 2006).

Karakteristik dari *Rhizopus* memiliki hifa nonseptat, mempunyai stolon dan rhizoid yang wananya gelap jika sudah tua, *Sporangiopora* tumbuh pada noda dimana terbentuk juga rhizoid, sporangia biasanya besar dan berwarna hitam, kolumela agak bulat dan apofisis berbentuk seperti cangkir, tidak mempunyai sporangiola, pertumbuhannya cepat, membentuk miselium seperti kapas (Fardiaz, 1989). Pertumbuhannya seksual dengan membentuk *Zigospora*, kapang bersifat heterotalik, dimana reproduksi seksual membutuhkan dua talus yang berbeda, dan reproduksi aseksual dengan sporangiospora (Filza, 2013).



Gambar 8: Kapang *Rhizopus*
 Sumber wordpress.com (Diakses Juni, 2020)



Gambar 9: Morfologi kapang *Rhizopus* (Fardiaz, 1989).

Pengamatan *R. oligosporus* secara makroskopis menampilkan koloni berwarna abu-abu, pertumbuhannya cepat, dan membentuk miselium seperti kapas. Isolat memiliki rhizoid, stolon, sporangia pada ujung sporangiofora dan tidak bersepta (Ratna dkk. 2011)



Gambar 10 : Isolat *Rhizopus oligosporus* (Ratna dkk, 2011).

J. Khamir

Khamir merupakan mikroorganisme tunggal bersel satu dengan ukuran 5- 20 mikron. Ukuran khamir dapat lebih besar 5x lipat dari bakteri. Khamir dapat tumbuh pada media cair dan padat. Berkembangbiak secara seksual, membelah diri secara bertunas. Khamir dapat ditemukan pada buah dan daun-daunan yang membusuk. Kondisi yang mengandung glukosa dan pH rendah merupakan tempat pertumbuhan khamir (buah-buahan dan sirup). Khamir berperan penting dalam pangan karena merupakan salah satu penyebab kerusakan pangan.

- *Saccharomyces cerevisiae*

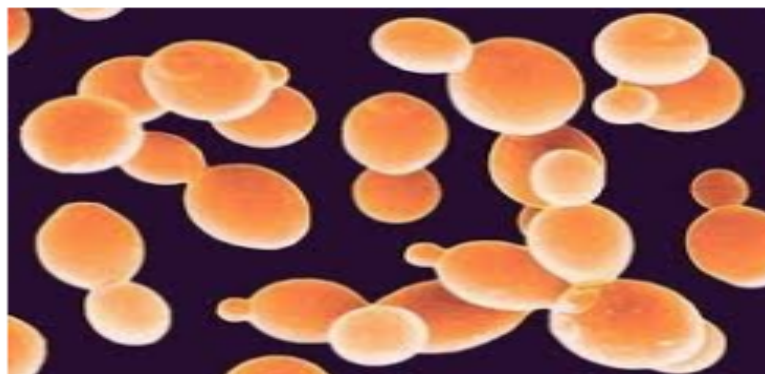
Saccharomyces merupakan khamir mempunyai bentuk sel bulat, oval atau memanjang. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam pengembangan roti fermentasi untuk produksi alkohol. Akan tetapi khamir dapat menyebabkan kerusakan pada bahan pangan, dengan produksi alkohol dan CO₂.

Saccharomyces cerevisiae dapat berkembang biak dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa. Memiliki kemampuan mengubah glukosa menjadi alkohol dan CO₂ Merupakan mikroorganisme bersel satu tidak berklorofil, tumbuh baik pada suhu 30°C dan pH 4,8. (Camacho *et al*, 2003).

Klasifikasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* menurut Camacho et al, (2003) sebagai berikut :

Super Kingdom : Eukaryota
Phylum : Fungi
Subphylum : Ascomycota
Class : Saccharomycetes
Order : Saccharomycetales
Family : Saccharomycetaceae
Genus : *Saccharomyces*
Species : *Saccharomyces cerevisiae* `

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* merupakan organisme fakultatif anaerob yang dapat menggunakan baik sistem aerob maupun anaerob untuk memperoleh energi dari pemecahan glukosa. Berkembang biak dengan baik pada kondisi aerobik, tetapi yang bersifat fermentatif dapat tumbuh secara anaerobik meskipun lambat. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan alkohol dalam jumlah yang besar (Elevri dan Putra, 2006).



Gambar 11 : Khamir *Saccharomyces cerevisiae*.
Sumber Microbio-Lab blogspot.com (Diakses Juni, 2020)

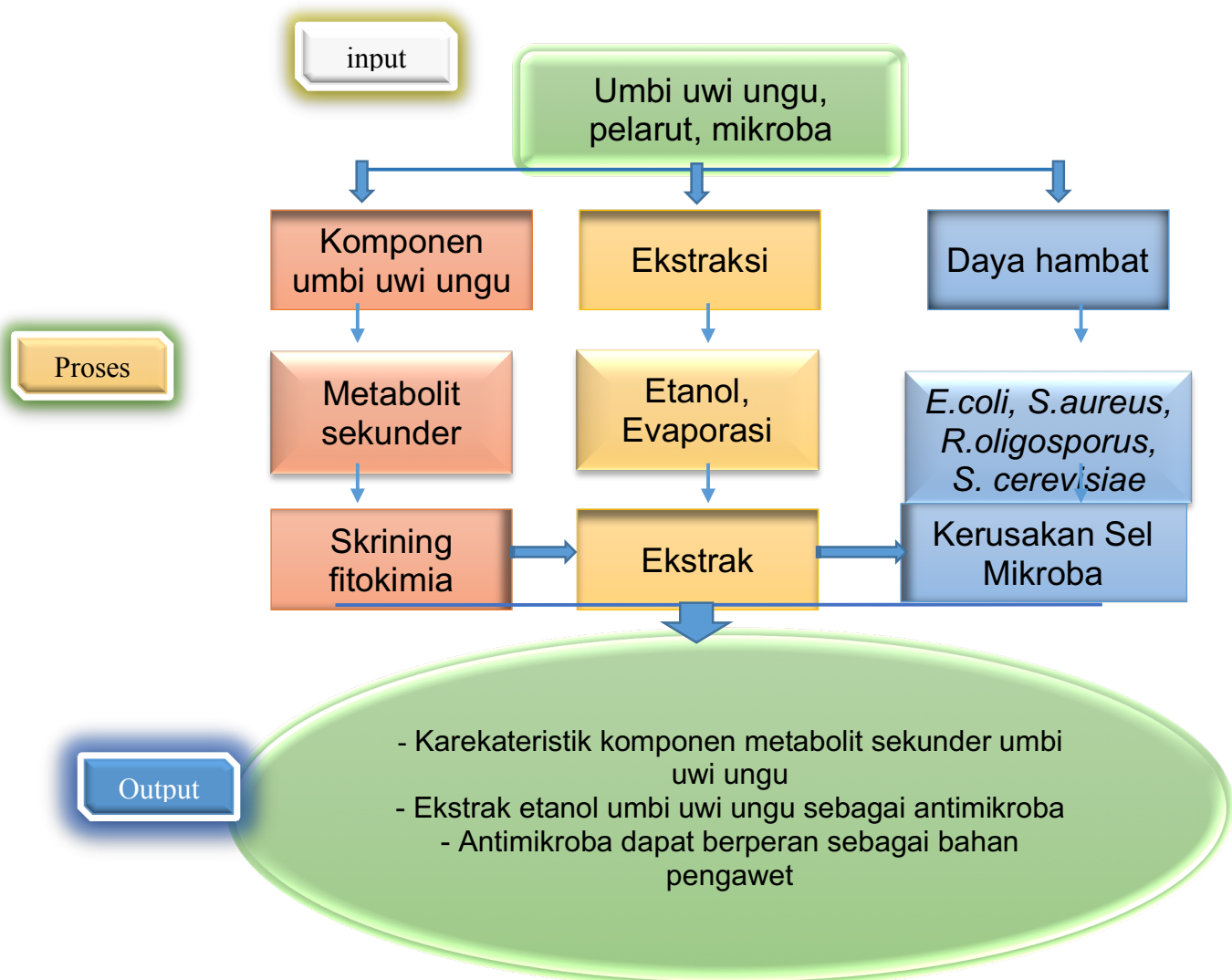
K. Pengawetan Bahan Pangan

Pengawetan merupakan salah satu upaya yang dilakukan guna memperpanjang masa simpan pangan, memperbaiki mutu dan keamanan pangan dari mikroorganisme. Kerusakan bahan pangan pada umumnya disertai dengan pembentukan senyawa beracun, serta hilangnya nilai gizi dari bahan pangan. Sehingga upaya untuk mencegah kerusakan tersebut dilakukan pengawetan. Jenis bahan pengawet yang digunakan dapat berasal penggunaan bahan sintetik maupun bahan alami dari tumbuhan. Ekstrak senyawa antimikroba alami dari tumbuhan dapat dijadikan suatu alternatif pengganti dalam penggunaan pengawet sintetik (Wallace, 2004).

Senyawa antimikroba alami dari tumbuhan dapat diperoleh dari kayu manis, thyme, rosemary, bawang putih, sage, oregano, basil, marjoram, gurih, dan cengkeh. Dengan mengekstrak minyak dari daun (basil, oregano, thyme, marjoram, rosemary, dan sage), bunga atau kuncup (cengkeh), biji (jintan, adas, peterseli, dan pala), umbi (bawang putih dan bawang), rimpang (jahe), buah (kapulaga dan lada), kulit kayu (kayu manis), dan bagian tanaman lainnya (Gutierrez *et al.*, 2008).

Ekstrak tanin dari daun jambu efek untuk mencegah jenis mikroba patogen pada daging (Meigy, 2014). Komponen antimikroba pada tanaman dapat berupa saponin, tannin, alkaloid, alkenyl phenols, glycoalkaloid, flavonoid, sesquiterpenes, lactones, terpenoid, and phorbol esters (Tajkarimi *et al.*, 2010). Komponen polifenol berupa flavonoid memiliki aktivitas antibakteri terhadap berbagai mikroorganisme patogen (Cushnie

dan Lamb, 2005). Senyawa polifenol hadir dalam komposisi struktural yang beragam, struktur kimia polifenol berperan dalam aktivitas antimikroba (Daglia, 2012). Penggunaan senyawa antimikroba dari ekstrak tumbuhan sangat baik untuk mengendalikan bakteri patogen dalam bahan pangan (Gyawali dan Hayek, 2015).



Gambar 12. Kerangka Konseptual Penelitian

L. Hipotesis

1. Ekstrak etanol umbi uwi ungu memiliki kandungan metabolit sekunder.
2. Komponen metabolit sekunder dapat berperan sebagai antimikroba.
3. Konsentrasi dari ekstrak etanol umbi uwi dapat menghambat pertumbuhan mikroba.
4. Ekstrak etanol umbi uwi ungu menyebabkan kerusakan pada sel-sel mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajizah, A. 2004. Sensitivitas Salmonella thypimurium Terhadap Ekstrak Daun Psidium guajava L. *J. Bioscientiae*;. **1** (1): 31-38
- Akiyama, H., Fuji., Yamasaki., dkk., 2001. Antibacterial Action of Several Tannins Agains Staphylococcus aureus., *Journal Antimicrob Chemother.* Vol. **48** : 487-91.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants, APG III, *J. Botanical of the Linnaen Society* **161**: 105–121.
- Anwar, K., 1994. *Pengantar Praktikum Kimia Organik*. Universitas Gadjah Mada.
- Aprianita. 2010. Assessment of underutilized starchy roots and tubers for their applications in the food industry. Thesis. School of Biomedical and Health Sciences Victoria University. Werribee Campus. Victoria. Australia.
- Bajpai, V. K., Rahman, A., & Kang, S. C., 2008. Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of *Nandina domestica* Thunb. to control food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, **125**(2), 117e122.
- Buckle.K.A, Edwars.R.A, Wooton.M, 1985. *Ilmu Pangan*. UI-Press. Jakarta.
- Budoyo S. 2010. Kandungan Karbohidrat dan Pola Pita Isozim Pada Varietas Lokal Ubi Kelapa (*Dioscorea alata* L.) Tesis. di Kabupaten Karanganyar.
- Bressan, E., Veasey, E.A., Peroni, N., Felipim, A., Pacheco, K.M & Santos, 2007. Collecting yam (*Dioscorea* spp.) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) germplasm in traditional agriculture small-holdings in the Vale do Ribeira, Sao Paulo, Brazil, *J. Published in Issue* **144**: 8-13.
- Candido, E. S., Pinto, M. F. S., Pelegrini, P. B., Lima, T. B., Silva, O. N., Pogue, R., Grossi-de-Sa, M. F., & Franco, O. L. 2011. Plant Storage Proteins with Antimicrobial Activity: Novel Insights into Plant Defense Mechanisms. *The FASEB Journal Article*; **25**: 1117-1125
- Cavaliere, SJ, Rankin, ID, Harbeck, RJ, Sautter, RS, McCarter, YS, Sharp, SE, Ortez, JA, Spiegel, C.A. 2005. *Manual of Antimicrobial Susceptibility Testing*. USA: American Society for Microbiology.
- Cheeke RP. 2004. *Saponins: surprising benefits of desert plants*. USA: Linus Pailing Institute

- Chen YT and Lin KW. 2007. Effects of heating temperature on the total phenolic compound, antioxidative ability and the stability of dioscorin of various yam cultivars. *Food Chemistry* **101**: 955–963
- Cowan, M.M, Kabara, Coley and Truant., 1999. Plant Product as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*;. **12**(4): 564-582
- Cushnie TP, Lamb Andrew J., 2005. Antimicrobial Activity of Flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents* **26**: 343-356.
- Daglia, M. 2012. Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, **23**(2), 174e181.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambaran; Jakarta
- Estiasih dkk. 2012. Hypoglycemic Activity of Water Soluble Polysaccharides of Yam (*Dioscorea hispida Dents*) Prepared by Aqueous, Papain, and Tempeh Inoculum Assisted Extractions. *World Academy of Science, Engineering and Technology* Vol: **6** 2012-10-27.
- Fang Z, D Wu, Yü D, Ye X, Liu D, and Chen J. 2011. Phenolic compounds in Chinese purple yam and changes during vacuum frying, *Food Chemistry* **128**: 943–948
- Fessenden, R.J. dan Fessenden J.S., 1986. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta
- Flach, M., F. Rumawas, 1996. *Plant Resources of South-East Asia* No. 9: Plants yielding non-seed carbohydrates, Prosea, Bogor, Indonesia.
- Fu YT, Huang PY, and Chu CJ. 2004. Use of continuous bubble separation process for separating and recovering starch and mucilage from yam (*Dioscorea pseudojaponica yamamoto*). *LWT* **38**: 735–744
- Gaman, P., M. 1992. *Ilmu Pangan Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Edisikedua. Yogyakarta: UGM Press. Halaman 89-95.
- Ganiswara, 1995., (eds) *Farmakologi dan Terapi*, Universitas Indonesia, Gramedia, Indonesia, 571-573.
- Gibson, G.R., Beatty, E.R., Wang X., dan Cummings J.H. , 1996. Selective stimulation of Bifidobacteria in human colon by oligofructosa and inulin". *Gastroenterology*; **108**:975-982.
- Gomez, K. A dan Gomez, A. A. *Prosedur Statistik untuk Penelitian*. Jakarta: UI Press. 1995. 25.
- Gutierrez, J., Barry-Ryan, C., & Bourke, P. (2008). The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. *International Journal of Food Microbiology*, **124**(1), 91e97.
- Gyawali, R and Hayek Y., 2015. Plant extracts as antimicrobials in food products:. Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-78242-034-7.00002>.
- Hamidjojo, H.S. 2005. *Kimia Organik*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Harborne, J. B. ., 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: Penerbit ITB

- Harborne JB. 1996 *Metode Fitokimia*, Penuntun Cara Modern Meenganalisis Tumbuhan, Terbitan ke-2. ITB Press, Bandung.
- Harijono, Teti Estiasih, Mulia W. Apriliyanti, Asmak Afriliana, dan Joni Kusnadi. 2013. Physicochemical and Bioactives Characteristics of Purple and Yellow Water Yam (*Dioscorea alata*) Tubers. *International Journal of PharmTech Research* Vol.5, No.4, pp 1691-1701.
- Hassan, SM., 2008. *Antimicrobial Activities of Saponin Rich Guar Meal Extract*. Texas: Texas A&M University.
- Indrastuti E, Harijono, Bambang S., 2012. Karakteristik tepung uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) yang direndam dan dikeringkan sebagai bahan edible paper. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 13 No. 3 169-176.
- Kumar S, Jena PK., 2014. Chromatographic, antibacterial and FT-IR analysis of *Dioscorea pentaphylla* L. Tuber extracts. *Plant Sci Res*. 36(1&2):83-90.
- Jayakody L, Hoover R, Liu Q, and Donner E. 2007. Studies on tuber starches. II. Molecular structure, composition and physicochemical properties of yam (*Dioscorea sp.*) starches grown in Sri Lanka. *Carbohydrate Polymers* 69: 148– 163.
- Jawetz, E., J. L, Melnick dan E. A, Adelberg. 2005. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan* Edisi 4. Diterjemahkan oleh Bonang, G. Penerbit Buku Kesehatan Jakarta
- John M deman, 1997. Principles of food chemistry. Press ITB. Bandung.
- Kneblock, K.A., A. Pauli., B. Iberl, H. Weigland., N. Weis., 1989. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oil Components. *J. Essensial Oil Res*.
- Lewis, K., & Ausubel, F. M. , 2006. Prospects for plant-derived antibacterials. *Nature Biotechnology*, 24(12), 1504e1507.
- Li H, Wang Z, Liu Y. 2003. Review in the studies on tannins activity of cancer prevention and anticancer. *Zhong-Yao-Cai* 26(6): 444-448.
- Lu, Yeh-Lin, Cho-Yun Chia, Yen-Wenn Liu, dan Wen-Chi Hou. 2011. Biological Activities and Applications of Dioscorins, the Major Tuber Storage Proteins of Yam. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* Vol. 2, No. 1, pp.41-46
- Madduluri S, Rao KB, Sitaram B. 2013. In Vitro Evaluation of Antibacterial Activity of Five Indegenous Plants Extract Against Five Bacterial Pathogens of Human. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.:5(4): 679-684.
- Masduki., 1996. *Efek Antibakteri Ekstrak Biji Pinang (Areca catechu)* terhadap *S. aureus* dan *E. coli*, *Cermin Dunia Kedokteran*; 109: 21-24.
- Mayes, P., A., 1996. *Biosintesis Asam Lemak*. In: Hartono A, translator; Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW, ed. *Biokimia Harper*. 24th eds. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; p. 222-9.

- Meigy N. M., 2014. Efektivitas ekstrak tannin pada daun jambu biji (*Psidium guajava* L) sebagai antimikroba. Disertasi. Fakultas ilmu pangan pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar
- Njie, D.N., T.R. Ramsey, and R.P. Singh., 1998. Thermal Properties of cassava, yam, and plantain. *J. Food Eng.* 37:63-76.
- Pelczar, J.M dan Chan, E.C.S., 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi 2*. Jakarta: Penerbit UI Press.
- Putu G.M., Tri H., Amrun H., 2014. Uji Aktivitas Protein Larut Air Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, vol. 2 (2).
- Purwoko, T., 2007. *Fisiologi Mikroba*. PT. Bumi Aksara, Jakarta
- Rustama MM, Lingga MA., 2005. Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Air dan Etanol Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri Gram Negatif dan Gram Positif yang Diisolasi dari Udang Dogol (*Metapenaeus monoceros*), Udang Lobster (*Panulirus* sp.), dan Udang Rebon (*Mysis Acetes*). *Jurnal Biotika* 5(2): 35-40.
- Rijayanti RP., 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mangga Bacang (*Mangifera indica* L) terhadap *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Disertasi. Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura. Pontianak
- Sammour, R. H and El-Shanshoury, A. R. 1992., *Antimicrobial Activity of Legume Seed Proteins*. Botanical Bulletin Academia Sinica 31: 185-190.
- Samson dan van Reenen-Hoekstra 1988., *Introduction to Food Borne Fungi*. Centralbureau Voor Schimmelcultures. Baarn. Delft
- Sandjaja, A. 2009. *Kamus Gizi Pelengkap Kesehatan Keluarga*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara
- Selle, P. H. and V. Ravindran. 2007. *Microbial phytase in poultry nutrition*. Anim. eed Sci. Technol. 135: 1-41.
<http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.06.010>
- Simpson, G.M., 2010, *Plant Systematic*, University of Delhi, India.
- Sitompul S., Martini. 2005. *Penetapan Serat Kasar dalam Pakan Ternak Tanpa Ekstraksi Lemak*. Balai Penelitian Ternak. Biokimia: Metabolisme Biomolekul. Bandung: Alfabeta.
- Subandrio, W.K.A. 1995., *Kemoterapi Antimikroba*, Antibiotika. Fakultas MIPA Universitas Indonesia
- Sulistyono E., Marpaung J., 2004. Studi Karakter Umbi dan Kandungan Nutrisi *Dioscorea* spp. *Bul. Agronomi* 32 (2): 1
- Supardi, Imam., Sukamto., 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Penebit Alumni. Bandung
- Suwandi M, Sugianto B, Rahman A. 1989. *Kimia organik karbohidrat, lipid dan protein*. Jakarta: Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Suwandi, Trijani. 2012. Pengembangan Potensi Antibakteri Kelopak Bunga *Hibiscus Sabdariffa* L. (*Rosela*) Terhadap *Sterptococcus Sanguinis*

- Penginduksi Gingivitis Menuju Obat Herbal Terstandar. Disertasi. Program Doktor Ilmu Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.
- Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cliver, D. O., 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, **21**(9), 1199e1218.
- Tatang S, Wardah. 2013. *Mikrobiologi Pangan*. Penerbit Cv AndiOffset. Yogyakarta.
- Tiwari, B. K., Valdramidis, V. P., O'Donnell, C. P., Muthukumarappan, K., Bourke, P., & Cullen, P. J., 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**(14), 5987e6000.
- Tsukui, M T. Nagashima, H. Sato, T. Kozima, dan W. Tanimura. 1999. Characterization of yam (*Dioscorea opposita Thunb.*) mucilage and polysaccharide with different varieties. *J Jpn Soc Food Sci Technol*, vol. **46**, pp 575-580.
- Wallace, R. J. 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, **63**(04), 621e629.
- Winarno, F., G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Wirjatmadi, B. M. Adrianti dan S. Purwati. 2002. Pemanfaatan Rumput Laut (*Euchema Cottoni*) dalam Meningkatkan Nilai Kandungan Serat dan Yodium Tepung Terigu dalam Pembuatan Mie Basah. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta*. **13** (1) : 11-17.
- Wu RT. 2005. *Polysaccharide Extract Of Dioscorea Sp And An Orally Active Pharmaceutical Composition Comprising The Same*. Patent US 20050196479A1
- Yulina., Filza. 2013., Isolasi dan Identifikasi Jamur Pendegradasi Amilosa pada Empulur Tanaman Sagu (*Metroxylon sagu Rottb.*). *Jurnal Ilmiah Edu Research* Vol.2 No.1. . 27-33.
- Yeh AI, Chan TY, and Chuang GC. 2009. Effect of water content and mucilage on physico-chemical characteristics of yam (*Discorea alata Purpurea*) starch. *Journal of Food Engineering* **95**: 106–114