

ORASI ILMIAH GURU BESAR IPB

**PENGEMBANGAN POTENSI
ENZIM MIKROB DI INDONESIA:
PEMANFAATANNYA DI BIDANG
PERTANIAN DAN INDUSTRI**

ORASI ILMIAH

**Guru Besar Tetap
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.

**Auditorium Rektorat, Gedung Andi Hakim Nasoetion
Institut Pertanian Bogor
1 November 2014**



Ucapan Selamat Datang

Yang terhormat,

Rektor Institut Pertanian Bogor

Ketua dan Anggota Majelis wali Amanah IPB

Ketua dan Anggota Senat Akademik IPB

Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar IPB

Para Wakil Rektor, Dekan dan Pejabat Struktural IPB

Sejawat Para Dosen, Tenaga Kependidikan, Mahasiswa dan Alumni

Keluarga dan para undangan yang saya muliakan

Assalamualaikum warrahmatulloh wabarokatuh

Selamat pagi, salam sejahtera bagi kita semua

Pertama tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang karena ijin dan karuniaNya kita semua dapat hadir pada acara hari ini yaitu Orasi Guru Besar IPB. Dalam kesempatan ini ijinlah saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul

PENGEMBANGAN POTENSI ENZIM MIKROB DI INDONESIA: PEMANFAATANNYA DI BIDANG PERTANIAN DAN INDUSTRI

Mikrob merupakan makhluk hidup yang sangat kecil yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop sehingga peranannya di dalam kehidupan sering tidak sadari. Orasi Pengukuhan Guru Besar yang saya sampaikan ini adalah hasil penelitian dan pemikiran

yang saya tekuni selama ini. Topik orasi ini hanya merupakan sekelumit peranan mikroorganisme di bumi kita. Semoga kontribusi yang sangat kecil ini dapat menambah informasi dan berguna bagi kita semua.

Secara pribadi saya mengucapkan terima kasih yang tulus atas kehadiran Bapak, ibu , saudara dalam acara orasi saya ini.



Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.



Daftar Isi

Ucapan Selamat Datang	iii
Foto Orator	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
Pendahuluan	1
Bakteri di Indonesia dan Pemanfaatannya	2
1. Bakteri dapat digunakan dalam pembuatan kompos	3
2. Bakteri digunakan dalam fermentasi untuk pembuatan tepung	4
3. Pemanfaatan mikroba pada fermentasi kopi	6
Enzim ekstraseluler dan Pemanfaatannya	8
1. Xilan dan Xilanase	9
2. Manan dan Mananase	15
Penutup	20
Daftar Pustaka	22
Ucapan Terima kasih	30
Riwayat Hidup	35



Daftar Tabel

1. Hasil uji biji kopi yang difermentasi menggunakan HPLC.....7
2. Komposisi monomer (%) berbagai sumber xilan 10
3. Hasil *Total Plate Count* (TPC) dari *Pediococcus pentosaceus* yang ditumbuhkan pada berbagai media diinkubasi pada suhu 37°C. Prebiotik yang digunakan berasal dari bungkil kopra 20
4. Hasil *Total Plate Count* (TPC) dari *Pediococcus pentosaceus* yang ditumbuhkan pada berbagai media diinkubasi pada suhu 37°C. Prebiotik yang digunakan berasal dari umbi porang 20



Daftar Gambar

1. Struktur kompleks xilan pada tanaman 11
2. *Thin Layer Chromatography* produk hidrolisis enzimatis xilan tangkai tembakau 12
3. Penampilan umbi porang 16
4. Penampilan buah kelapa 16
5. Analisis kromatografi lapis tipis hasil hidrolisis bungkil kopra dengan enzim ekstrak kasar *Streptomyces* sp. BF 3.1 18
6. *Thin Layer Chromatography* produk hidrolisis umbi porang pada berbagai waktu reaksi 19



Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dengan keragaman tumbuhannya yang tinggi, baik sebagai tanaman industri, tanaman pangan, tanaman hias maupun tanaman yang tidak termasuk kedalam kategori tersebut. Keragaman tanaman yang ada didasarkan pula pada keragaman iklim dan kualitas tanah serta budaya masyarakat setempat. Masyarakat Indonesia memiliki keragaman bahan makanan pokok seperti padi, ubi, singkong, kentang, dan sagu. Indonesia juga memiliki perkebunan untuk tanaman industri maupun sayuran seperti perkebunan kopi, kakao, teh, kelapa sawit, dan tembakau maupun sentra sentra sayuran. Peningkatan produksi pertanian seperti pada produksi padi, jagung, singkong, ubi, kentang dan minyak kelapa menunjukkan tingginya pemanfaatan bahan pangan tersebut sebagai bahan makanan. Pengolahan bahan pangan tersebut meninggalkan sisa yang kita kenal dengan limbah pertanian atau yang sekarang lebih dikenal sebagai hasil samping pertanian, seperti padi meninggalkan jerami, kelapa sawit meninggalkan tandan kosong dan bungkil, tembakau meninggalkan tangkai tanaman, dan jagung meninggalkan tongkolnya. Sayuranpun meninggalkan banyak daunnya sebagai hasil samping pertanian. Hasil samping pertanian ini sebenarnya memiliki nilai ekonomi karena mengandung komponen lignoselulosa. Lignoselulosa terdiri atas lignin, selulosa dan hemiselulosa. Komponen utama hemiselulosa adalah manan dan xilan. Hasil samping pertanian ini dapat diubah menjadi produk yang memiliki nilai tambah, baik secara kimiawi maupun melalui proses enzimatik. Keuntungan dari proses enzimatik adalah spesifiknya hasil reaksi serta ramah

lingkungan. Enzim yang digunakan dalam proses enzimatik ini dapat diperoleh melalui rekayasa genetika maupun melalui pemanfaatan mikroorganisme.

Pada bidang pertanian, hasil samping pertanian ini dapat digunakan sebagai substrat untuk memperbanyak mikroba maupun dirombak menjadi kompos. Pada bidang industri hasil samping pertanian ini dapat dihidrolisis menjadi produk yang memiliki nilai tambah seperti prebiotik, pemanis rendah kalori, dan imuno stimulan.

Bakteri di Indonesia dan Pemanfaatannya

Indonesia memiliki iklim tropis sepanjang tahun yang merupakan iklim yang cocok untuk pertumbuhan berbagai makhluk hidup termasuk diantaranya berbagai bakteri. Tidak ada tempat yang tidak dapat ditumbuhi bakteri. Sebagai makhluk hidup, bakteripun memerlukan protein, karbohidrat dan lemak untuk perkembangannya. Kebutuhan akan gizi ini diperoleh bakteri melalui makanan yang ada dilingkungannya melalui keragaman metabolisme yang dimiliki. Bakteri mengambil makanan dari lingkungan dengan cara mensekresikan enzim ekstraseluler yang dapat mendegradasi bahan makanan yang dibutuhkannya menjadi molekul yang lebih sederhana untuk masuk ke dalam sel bakteri dan mensekresikan hasil metabolismenya yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh manusia. Proses metabolisme yang dimiliki bakteri ini dapat dimanfaatkan manusia untuk menghasilkan produk yang diperlukannya melalui perbanyakkan bakteri dengan menggunakan substrat dari hasil samping pertanian. Pada kesempatan ini saya

akan membahas pemanfaatan bakteri yang menghasilkan enzim ekstraseluler xilanase dan mananase dari bakteri yang diisolasi dari Indonesia.

1. Bakteri dapat digunakan dalam pembuatan kompos

Pemanfaatan kompos merupakan jawaban dari kondisi kelangkaan pupuk anorganik, bila kompos tersebut berasal dari limbah perkebunan itu sendiri tentunya akan memberikan keuntungan tersendiri. Penggunaan kompos sebagai bahan penyubur tanah memiliki beberapa keuntungan seperti memperbaiki kondisi fisik tanah (Sultani *et al.* 2007), sebagai sumber nitrogen dan karbon (Agehara & Warncke 2005) dan menekan penyakit pada tumbuhan (Bailey & Lazarovits 2003, Darby *et al.* 2006). Sifat sifat yang dimiliki oleh kompos tentunya tidak diperoleh dari satu spesies bakteri namun merupakan hasil kerja berbagai bakteri sehingga mempelajari karakter suatu bakteri menjadi penting. Penelitian kami pada tahun 2008 telah mengkarakterisasi isolat isolat yang berasal dari Jawa Tengah dan Jawa Barat yang dapat digunakan dalam pengomposan jerami padi (Meryandini *et al.* 2009; Nur *et al.* 2009). Tahun 2011 kami telah memilih pula isolat bakteri yang menghasilkan selulase yang berguna dalam proses dekomposisi jerami, dan daun jagung namun juga menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman berupa *indole acetic acid* (IAA) (Yanti 2011). Aplikasi bakteri selulolitik dan pensintesis IAA tersebut dalam mendekomposisi bahan organik untuk menghasilkan kompos yang berkualitas dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dalam produksi pertanian.

2. Bakteri digunakan dalam fermentasi untuk pembuatan tepung

Pemanfaatan metabolisme bakteri sebagai bagian dari pengolahan bahan makanan telah dilakukan melalui pembuatan berbagai tepung untuk mengurangi impor tepung terigu. Ketergantungan Indonesia akan tepung terigu sangat tinggi disebabkan tidak adanya produksi tanaman sereal. Usaha menggantikan peranan terigu dalam berbagai panganan Indonesia dilakukan dengan pembuatan tepung dari berbagai komoditas pangan Indonesia seperti dari ubi kayu dan jagung.

Tepung ubi kayu dapat dimodifikasi untuk memperoleh mutu tepung yang lebih baik dan sesuai dengan keinginan. Tepung ubi kayu termodifikasi merupakan produk turunan dari tepung ubi kayu yang menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Subagiyo 2006). Tepung ubi kayu termodifikasi memiliki sifat fisiko kimia yang berbeda dengan ubi kayu karena kerja mikroba selama fermentasi (Misgiyarta *et al.* 2009). Penelitian kami menunjukkan bahwa proses fermentasi ubi kayu menggunakan bakteri dapat menghasilkan tepung dengan warna putih yang sesuai dengan standar tepung terigu, menghilangkan bau khas ubi kayu serta menurunkan kadar HCN yang bersifat toksik (Meryandini *et al.* 2011). Tepung dari ubi kayu hasil fermentasi ini telah digunakan sebagai substitusi terigu dalam pembuatan panganan yang bebas gluten.

Jagung merupakan bahan pangan yang memiliki potensi sebagai sumber bahan baku pangan alternatif, khususnya untuk mensubstitusi penggunaan tepung terigu sebagai bahan baku mie, *cookies*, *biscuit*,

bakery maupun produk olahan pangan tradisional lainnya. Selain itu masalah yang terjadi pada pengolahan jagung adalah tingginya kadar mikotoksin terutama aflatoksin, walaupun masih di bawah ambang batas (30 ppb) persyaratan untuk dikonsumsi. Pada umumnya kadar aflatoksin pada jagung petani di Indonesia bervariasi yaitu berkisar 4.5-66.5 ppb dengan perincian 47.62 % sampel terinfeksi aflatoksin dengan kadar 4.5-24 ppb, 52.38% sampel terinfeksi dengan kadar 66.5-72.0 ppb. Dari sejumlah sampel pedagang pengumpul/pengekspor, ditemukan hanya 50% yang mengekspor biji jagung dengan kadar aflatoksin kurang dari 30 ppb (BALIT SEREAL 2007).

Beberapa penelitian penggunaan tepung jagung sebagai bahan baku mie (Muhandri 2002), *cookies* (Suarni 2009), *biscuit* (Gracia *et al.* 2009; Lara *et al.* 2010), dan *bakery* (Purnomo *et al.* 2012) menjadi daya dukung dan membuka peluang yang lebih luas penggunaan tepung jagung. Selama ini tepung jagung yang beredar di masyarakat masih memiliki kendala dalam proses penepungan, sehingga tepung yang dihasilkan memiliki ukuran partikel yang masih besar, tidak memiliki umur simpan yang lama, dan memiliki kadar aflatoksin yang tinggi.

Untuk mengatasi permasalahan pada proses pengolahan jagung menjadi tepung, beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya adalah menggunakan proses perendaman sebelum penepungan, dan menggunakan kultur starter pada saat fermentasi (perendaman). Menurut Aini *et al.* (2009) adanya fermentasi (perendaman) pada proses pengolahan tepung jagung dapat meningkatkan efisiensi penggilingan dan menurunkan afltoksin. Perendaman biji-bijian dalam air akan diikuti pertumbuhan beberapa mikroba seperti bakteri

asam laktat, khamir, dan jamur (Sefa-Dedeh *et al.* 2004). Proses pembuatan tepung jagung yang kami lakukan melalui fermentasi biji jagung dengan menggunakan bakteri selulolitik menghasilkan rendemen tepung yang lebih besar, menurunkan kadar serat kasar, mempertahankan kandungan protein tepung dan mengurangi jumlah mikroba yang terkandung di dalam tepung sehingga dapat memperlama waktu simpan (Rosyidah *et al.* 2013). Serat pangan pada tepung jagung berperan dalam memperlambat kecepatan pencernaan bahan pangan dalam usus, memberikan rasa kenyang lebih lama, serta memperlambat kemunculan glukosa darah sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mentransfer glukosa ke dalam sel-sel tubuh dan diubah menjadi energi makin sedikit. Fungsi tersebut sangat dibutuhkan bagi penderita diabetes. Selain itu serat pangan memiliki fungsi dapat mencegah timbulnya berbagai penyakit, terutama yang berkaitan dengan saluran pencernaan seperti wasir, divertikulosis, dan kanker usus besar (Eckel 2003).

3. Pemanfaatan mikroba pada fermentasi kopi

Indonesia merupakan negara penghasil kopi no 3 di dunia setelah Brazil dan Vietnam. Berbagai proses penanganan pasca panen kopi telah dilakukan berbagai negara untuk menghasilkan aroma yang berbeda. Indonesia memiliki keunggulan dengan adanya hewan luwak pemakan buah kopi yang matang dan menjadikan kopi dari hasil pencernaan hewan luwak ini menjadi kopi termahal di dunia. Penangkaran luwak mengundang protes berbagai negara karena tidak sesuai dengan perikehewan. Usaha untuk membuat kopi seperti kopi luwak telah kami coba dengan menggunakan mikroba yang diisolasi dari feses segar luwak. Mikroba yang digunakan

adalah mikroba yang menghasilkan protease, xilanase dan selulase. Dibandingkan dengan kopi yang tidak difermentasi dan kopi luwak, kandungan kafein dan asam oksalat menurun, sedangkan kandungan asam askorbat, asam butirat dan asam laktat meningkat (Tabel 1). Uji organoleptik yang dilakukan menunjukkan, walau belum memenuhi standar yang diinginkan, namun citarasa yang paling mendekati citarasa kopi arabika tanpa fermentasi adalah perlakuan fermentasi dengan bakteri xilanolitik selama 3 hari (Silvia 2014).

Tabel 1 Hasil uji biji kopi yang difermentasi menggunakan HPLC

Sampel	Asam Askorbat (mg/100g)	Asam Butirat (%)	Asam Laktat (%)	Asam Oksalat (ppm)	Kafein (mg/100g)
1. Biji kopi setelah fermentasi menggunakan protease	51.31	2.19	0.14	881.28	579.10
2. Biji kopi setelah fermentasi menggunakan protease dan xilanase	45.12	0.31	1.26	1229.40	882.02
3. Biji kopi setelah fermentasi menggunakan protease, xilanase dan selulase	43.29	0.28	1.33	776.65	901.62

Tabel 1 Hasil uji biji kopi yang difermentasi menggunakan HPLC (lanjutan)

Sampel	Asam Askorbat (mg/100g)	Asam Butirat (%)	Asam Laktat (%)	Asam Oksalat (ppm)	Kafein (mg/100g)
4. Biji kopi beras arabika (sebelum fermentasi)	22.46	0.0072	0.0074	3000	1885.78
5. Biji kopi Luwak	20.28	0.0082	0.0026	1700	1342.60

Sumber: Zahiroh (2013)

Hasil penelitian ini sedang diajukan untuk memperoleh paten dengan judul “Produksi kopi buatan secara enzimatik” dengan no pendaftaran P00201304645 dengan inventor Erliza Noor, Anja Meryandini, Titi Candra Sunarti.

Enzim Ekstraseluler dan Pemanfaatannya

Enzim yang disekresikan oleh bakteri dapat memiliki keragaman karakter sehingga karakterisasi enzim menjadi penting sebelum dimanfaatkan. Penelitian kami tentang karakter enzim xilanase dan mananase yang di isolasi dari bakteri tanah memiliki keragaman suhu dan pH optimum untuk aktivitasnya.

1. Xilan dan Xilanase

Hasil samping pertanian yang mengandung hemiselulosa terdapat melimpah di alam dan dihasilkan dari berbagai aktivitas, seperti pertanian, kehutanan termasuk industri penebangan kayu, industri kertas dan agroindustri lain. Sampai saat ini sebagian limbah hemiselulosa dimanfaatkan untuk pakan ternak, kompos dan kertas daur ulang, sedang sebagian besar lainnya masih belum dimanfaatkan secara optimal padahal berpotensi untuk diolah menjadi berbagai produk yang lebih memiliki nilai ekonomis. Hemiselulosa merupakan komponen dinding sel tanaman disamping selulosa dan lignin dengan komposisi mencapai 25-30% total bobot kering kayu (Salisbury & Ross 1995, Perez *et al.* 2002). Komponen terbesar hemiselulosa sel tanaman yaitu xilan, maka penelitian mengenai konversi hemiselulosa difokuskan pada xilanase (Deobald & Crawford 2004). Saat ini, biokonversi hemiselulosa mendapatkan perhatian yang besar karena banyaknya aplikasi di bidang industri pertanian (Ali *et al.* 2004).

Xilan termasuk ke dalam heteropolisakarida kompleks dengan rantai tulang punggung yang tersusun atas homopolimer unit-unit D-xilopiranososa yang tergabung melalui ikatan β -1,4 D-xylosa (Saha 2002, Tseng *et al.* 2002). Rantai punggung ini kemudian dapat juga mengandung rantai samping. Xilan dari beberapa sumber tanaman seperti rumput, sereal, kayu lunak, dan kayu keras memiliki perbedaan dalam hal komposisi monomer penyusunnya seperti di tampilkan pada Tabel 2.

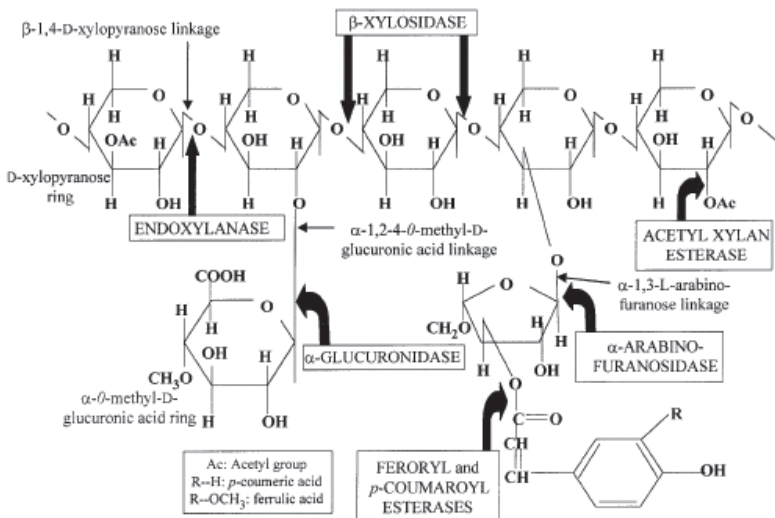
Tabel 2 Komposisi monomer (%) berbagai sumber xilan (Saha 2003)

Jenis xilan	Xilosa	Ara binosa	Glu kosa	Manosa	Galaktosa	Asam anhiro Uronat	Asam glukoronat
<i>Birchwood</i>	89,3	1	1,4	-	-	8,3	-
<i>Rice bran</i>	46	44,9	1,9	-	6,1	1,1	-
<i>Wheat arabinoxylan</i>	65,8	33,5	0,3	0,1	0,1	-	-
jagung	46-54	33-35	-	-	5-11	-	3-6

Xilan memiliki struktur yang kompleks, sehingga untuk lebih efektif menghidrolisis menjadi monomer penyusunnya dibutuhkan suatu sistem enzim yang bekerja secara sinergis dan memiliki fungsi khusus (Ruiz-arribas *et al.* 1995, Ryan *et al.* 2003). Sistem enzim xilanolitik menghidrolisis xilan melalui berbagai enzim yaitu: endo-1,4- β -xilanase, β -xilosidase, α -L-arabinofuranosidase, α -glukuronidase, asetil xilan esterase dan asam fenolat (asam ferulat dan asam ρ -koumarat) esterase. Seluruh enzim-enzim ini berperan secara bersama-sama untuk mengkonversi xilan menjadi berbagai konstituen gula (Gambar 1) (Beg *et al.* 2001).

Endo- β -1,4-xylanase mendepolimerisasi xilan melalui hidrolisis secara acak ikatan tulang punggung β -1,4 menjadi xilooligosakarida dan xilosa; dan β -xilosidase menghidrolisis xilooligosakarida dari ujung non pereduksi untuk membebaskan xilosa, sedangkan Ekso-1,4- β -D-xilosidase mengkatalisis hidrolisis 1,4- β -D-xilooligosakarida melalui pelepasan secara berturut-turut gula reduksi D-xilosa dari bagian non reduksinya (Gilbert & Hazlewood 1993). Sementara itu, gugus-gugus samping yang ada pada xilan akan dibebaskan oleh α -L-arabinofuranosidase, α -D-glukuronidase, asetil

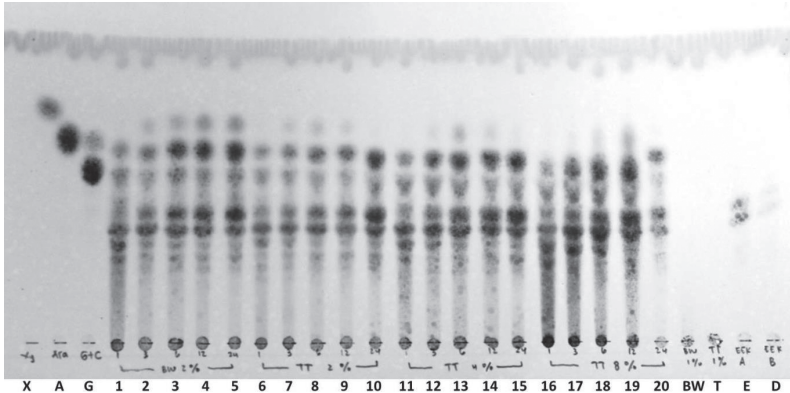
xilan esterase dan galaktosidase (Subramaniam & Prema 2002), sehingga nantinya produk yang dihasilkan ialah gula sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh organisme bersangkutan (Deobald & Crawford 2002).



Gambar 1 Struktur kompleks xilan pada tanaman (Beg *et al.* 2001)

Pada dekade terakhir, aplikasi bioteknologi xilan dan xilanase semakin berkembang. Pada industri makanan, xilanase digunakan untuk mempercepat proses pemanggangan kue, roti dan makanan lainnya dengan membantu pemecahan polisakarida dalam adonan (Gilbert & Hazlewood 1993, Li *et al.* 2000). Pada industri pakan ternak, xilanase digunakan untuk menurunkan viskositas pakan sehingga meningkatkan tingkat pencernaan ternak (Breccia *et al.* 1998). Aplikasi lain dari pemanfaatan enzim xilanase yaitu dalam industri pulp dan kertas (Breccia *et al.* 1998), dimana enzim xilanase

dapat mereduksi penggunaan alkalin dan klorin yang digunakan sebagai agen pemutih kertas tanpa mempengaruhi kekuatan selulosa kertas yang dihasilkan (Lin *et al.* 1999).



Gambar 2 *Thin Layer Chromatography* produk hidrolisis enzimatis xilan tangkai tembakau (X : standar xilosa, A : standar arabinose, G : standar glukosa dan cellobiosa, 1 : *beehwood xylan* 2% jam ke-1, 2 : *beehwood xylan* 2% jam ke-3, 3 : *beehwood xylan* 2% jam ke-6, 4: *beehwood xylan* 2% jam ke-12, 5: *beehwood xylan* jam ke-24; 6: xilan tangkai tembakau 2% jam ke-1, 7: xilan tangkai tembakau 2% jam ke-3, 8: xilan tangkai tembakau 2% jam ke-6, 9: xilan tangkai tembakau 2% jam ke-12, 9: xilan tangkai tembakau 2% jam ke-12, 10: xilan tangkai tembakau 2% jam ke-24; 11: xilan tangkai tembakau 4% jam ke-1, 12: xilan tangkai tembakau 4% jam ke-3, 12: xilan tangkai tembakau 4% jam ke-6, 13: xilan tangkai tembakau 4% jam ke-12, 15: xilan tangkai tembakau 4% jam ke-24; 16: xilan tangkai tembakau 8% jam ke-1, 17:

xilan tangkai tembakau 8% jam ke-3, 18: xilan tangkai tembakau 8% jam ke-6, 19: xilan tangkai tembakau 8% jam ke-12, 20: xilan tangkai tembakau 8% jam ke-24BW : substrat *Beechwood xylan* 2%, T:substrat 2% xilan tangkai tembakau, E enzim xilanase sebelum dialysis, D : enzim xilanase setelah dialysis)

Tembakau (*Nicotiana* sp) merupakan salah satu komoditas agroindustri di Indonesia. Pertumbuhan produksi tembakau Indonesia dari tahun 2011-2012 sebesar 5.68 % dan pada tahun 2012 mencapai 226.704 ton (Dirjenbun 2012). Tangkai tembakau termasuk limbah lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa dan lignin) dengan kandungan xilan sebesar 21.9% (Akpinar *et al.* 2010). Xilan tangkai tembakau termasuk dalam homoxilan dengan komponen penyusunnya hanya rantai utama (Sunna dan Antranikian 1997). Penelitian kami memperlihatkan bahwa produk hidrolisis xilan tangkai tembakau dapat dijadikan standar dalam pembuatan berbagai ukuran xilo-oligosakarida yang memang tidak ada di pasaran (Nur Kholis, 2014). Pembuatan standar oligosakarida juga menjadi penting mengingat mahalnya harga molekul standar namun sangat diperlukan dalam penelitian enzimatik. Produk hidrolisis xilan tangkai tembakau disajikan pada Gambar 2.

Xilosa sebagai hasil akhir degradasi xilan secara enzimatik dapat dirubah menjadi derivatnya, xilitol dan furfural. Xilitol digunakan sebagai pemanis pada industri makanan dan diaplikasikan dalam bidang odontologi sebagai pengeras gigi, remineralisasi dan agen antimikroba. Xilitol dapat ditambahkan pada formula pasta gigi dan permen karet. Furfural digunakan pada industri plastik furfural fenol,

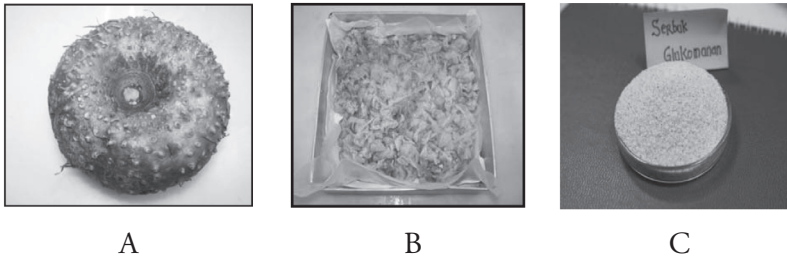
minyak vernis dan pestisida. Beberapa senyawa xilooligosakarida juga dilaporkan merupakan senyawa aktif yang berpotensi untuk diaplikasikan dalam bidang farmasi (Christakopoulos *et al.* 2003). Hidrolisis produk xilan (xilosa dan xilooligosakarida) banyak diaplikasikan dalam industri makanan sebagai pengental atau sebagai substitusi lemak dan sebagai bahan anti beku (bahan makanan tambahan). Xilan dalam industri farmasi digunakan sebagai agen “direct tableting” dan dalam kombinasi dengan komponen lain dapat digunakan untuk menunda pelepasan konstruksi tablet.

Xilooligosakarida (XOS) merupakan oligosakarida yang terdiri atas unit xilosa, diproduksi dari xilan. Xilooligosakarida juga diketahui memiliki efek memacu pertumbuhan Bifidobakteria, mensuplai asam lemak rantai pendek, dan menurunkan pH kolon (Hsu *et al.* 2004). XOS merupakan *dietary fiber* yang memiliki aktivitas prebiotik, memiliki kemampuan dalam meningkatkan fungsi usus besar, imunitas serta memiliki aktivitas antimikroba dan manfaat kesehatan lainnya (Carvalho *et al.* 2013). XOS dari tongkol jagung mampu meningkatkan pertumbuhan bakteri probiotik *Bifidobacterium* spp. dan *Lactobacillus* spp (Chapla *et al.* 2012). Penelitian kami menunjukkan bahwa XOS dapat diproduksi dari tongkol jagung, tangkai tembakau, dan bagas tebu, serta mampu menunjang pertumbuhan bakteri probiotik seperti *Lactobacillus casei* maupun *Pediococcus pentaseous* dan mampu menghambat bakteri *Salmonella* sp (Meryandini *et al.* 2010a, Meryandini *et al.* 2010b, Salupi 2014, Nur Kholis 2014). Permasalahan yang masih dihadapi adalah bagaimana memproduksinya dalam jumlah besar.

2. Manan dan Mananase

Pada berbagai jenis biji palem, manan merupakan komponen utama yang menyebabkan lapisan endospermanya menjadi tebal dan keras (Araujo & Ward 1990). Senyawa manan adalah polimer dari manosa sedangkan galaktomanan adalah polimer manosa yang diselingi galaktosa. Di Indonesia tanaman dengan kandungan manan yang tinggi terdapat pada umbi porang dan bungkil kopra.

Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan salah satu tanaman indigenos Indonesia yang jumlahnya melimpah (Sumarwoto 2004). Menurut data Perhutani Unit II Jawa Timur sampai saat ini telah dikembangkan budidaya porang dengan luas areal mencapai lebih dari 1605.3 Ha. Diperkirakan luas lahan budidaya tersebut semakin bertambah setiap tahunnya, mengingat permintaan porang sebagai komoditas ekspor semakin meningkat. Akan tetapi jumlah tersebut tidak diimbangi dengan meningkatnya produktivitas produk berbahan porang di dalam negeri. Sulitnya proses pengolahan berbahan porang disebabkan tingginya kandungan asam oksalat. Disisi lain umbi porang memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena kandungan manannya yang tinggi (sekitar 35 – 55%). Polisakarida dari famili manan yang terdapat pada umbi porang berjenis glukomanan (Sumarwoto 2004). Bentuk umbi porang diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Penampilan umbi porang. A. umbi porang, B. Irisan umbi porang, dan C. Tepung umbi porang.

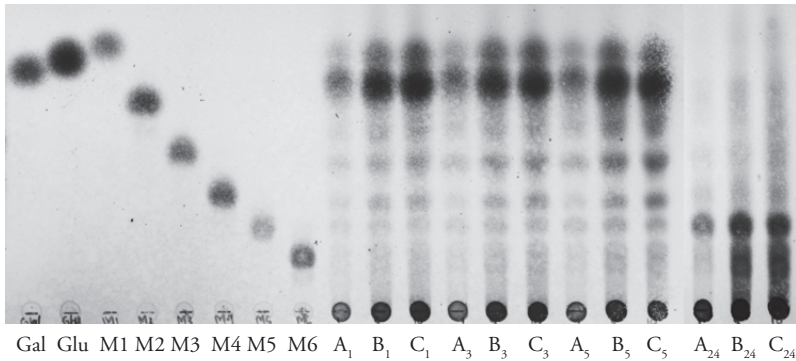
Bungkil kopra (*copra meal*) merupakan produk samping dari proses ekstraksi minyak kelapa yang tersedia dalam jumlah yang sangat banyak dan harganya cukup kompetitif (Sundu dan Dingle, 2003). Bungkil kopra memiliki potensi besar sebagai sumber karbohidrat dan protein, namun tidak dapat sepenuhnya dimanfaatkan sebagai bahan pakan hewan monogastrik karena tingginya kadar polisakarida non-pati (Mendoza *et al.* 1994, Purwadaria *et al.* 1995). Oleh karena itu perlu pengelolaan bungkil kopra menjadi suplemen pakan ternak. Bungkil kopra mengandung 60-70% beta-manan. Bungkil kopra juga mengandung 40-50% galaktomanan dengan rasio galaktosa : manan yaitu 1:14 (Regalado *et al.* 2000).



Gambar 4 Penampilan buah kelapa A. Kelapa dan B. Bungkil kopra

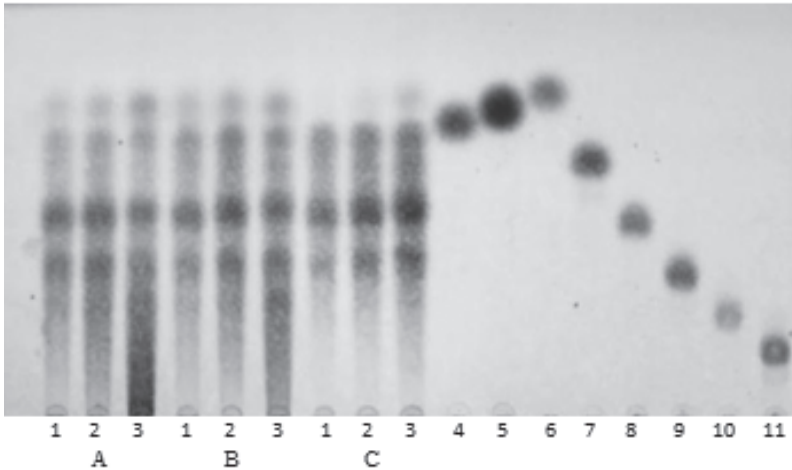
\ Hidrolisis manan memerlukan enzim endo β -mananase (1,4- β -D-manan mananohidrolase) dan ekso β -manosidase (β -D-mananopiranosida hidrolase) (Yopi *et al.* 2006). Manan dapat dihidrolisis menjadi manosa maupun mano-oligosakarida. Mano-oligosakarida dapat dimanfaatkan sebagai prebiotik (Yopi *et al.* 2006). Park (2008) melaporkan bahwa hidrolisis kopra (*brown copra*) oleh mananase lebih mudah dan ekonomis untuk pembuatan manooligosakarida. *Guar meal* mengandung polisakarida galaktomanan yang tinggi sehingga sulit dicerna dan menyebabkan berat badan ayam turun, namun pemberian enzim β -mananase pada pakan ayam *guar meal* dapat meningkatkan berat badan secara signifikan dan menurunkan viskositas usus (Lee *et al.* 2003).

Mananase berguna untuk beberapa proses industri, seperti ekstraksi minyak sayur dari biji tumbuhan polong-polongan dan mereduksi viskositas dari ekstrak kopi pada pembuatan kopi instan. Pada industri pulp dan kertas, mananase dapat bekerja secara sinergis dengan xilanase dalam proses *bio bleaching* untuk pulp kayu lunak. Hal tersebut dapat mengurangi pencemaran lingkungan dibandingkan dengan penggunaan agen kimia seperti klorin. Di samping berbagai potensi kegunaan dari mananase, penggunaannya dalam industri masih terbatas karena biaya produksi yang tinggi serta hasil yang rendah (Marga *et al.* 1996).



Gambar 5 Analisis kromatografi lapis tipis hasil hidrolisis bungkil kopra dengan enzim ekstrak kasar *Streptomyces* sp. BF 3.1. Baris 1-8 (Standar Galaktosa (Gal), glukosa (Glu), manosa (M1), manobiosa (M2), manotriosa (M3), manotetrosa (M4), manopentosa (M5), manohexosa (M6), konsentrasi bungkil kopra 1% (A), 5% (B), 10% (C) dengan waktu hidrolisis 1,3,5 dan 24 jam

Pada industri pertanian produk hidrolisis dari manan yang berasal dari bungkil inti sawit, umbi porang adalah oligosakarida yang dapat berfungsi sebagai prebiotik, yang merupakan pangan fungsional, maupun sebagai xilosa dan manosa yang digunakan dalam pembuatan bioetanol (Ukit 2013, Asyariyah 2014). Penelitian kami dengan berbagai isolat asal Indonesia dalam mendegradasi manan menghasilkan berbagai ukuran oligosakarida. Penelitian yang dilakukan oleh Ariandi (2014) menggunakan bungkil inti sawit menghasilkan oligosakarida dengan ukuran sekitar disakarida dan trisakarida yang sangat cocok sebagai prebiotik (gambar 5). Penelitian yang dilakukan Savitri (2014) menggunakan umbi porang menghasilkan produk terbanyaknya triosa yang juga cocok sebagai prebiotik (Gambar 6).



Gambar 6 *Thin Layer Chromatography* produk hidrolisis umbi porang pada berbagai waktu reaksi, 3 jam (A); 5 jam (B); 24 jam (C). Baris 1, 0.25% glukomanan porang ; baris 2, 0.50% glukomanan porang ; baris 3, 1.0 % glukomanan porang ; baris 4, standar galactosa; baris 5, standar glukosa; baris 6, standar manosa; baris 7, standar manobiosa; baris 8, standar manotriosa; baris 9, standar manotetrosa; baris 10 , standar manopentosa; baris 11, standar manohexosa.

Pemanfaatan prebiotik yang kami hasilkan tersebut secara *in vitro* telah diujikan dan menunjukkan bahwa prebiotik yang kami hasilkan dapat digunakan oleh bakteri asam laktat yaitu *Pediococcus pentasaceus* yang juga digunakan sebagai probiotik (Tabel 3 dan 4).

Tabel 3 Hasil *Total Plate Count* (TPC) dari *Pediococcus pentosaceus* yang ditumbuhkan pada berbagai media diinkubasi pada suhu 37 °C. Prebiotik yang digunakan berasal dari bungkil kopra.

<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Jumlah koloni	
	48 jam pertama	48 jam kedua
MRS normal	2.71×10^7	1.9×10^7
MRS minimal	1.67×10^7	1.2×10^7
MRS prebiotik	1.15×10^7	1.19×10^7

Tabel 4 Hasil *Total Plate Count* (TPC) dari *Pediococcus pentosaceus* yang ditumbuhkan pada berbagai media diinkubasi pada suhu 37 °C. Prebiotik yang digunakan berasal dari umbi porang

Bakteri	Media	Jumlahkoloni		
		24 jam pertama	24 jam kedua	24 jam ketiga
<i>Pediococcuspentosaceus</i> E. 1222	MRS kontrol	1.5×10^9	9.8×10^8	1.7×10^{10}
	MRS minimal	4.3×10^8	1.0×10^8	8.0×10^9
	MRS prebiotik	1.3×10^9	8.2×10^8	1.9×10^9

Penutup

Indonesia dengan keanekaragaman mikrobanya memiliki potensi untuk ditemukannya mikroba yang memiliki prospek untuk dikembangkan lebih lanjut. Penelitian mengenai fermentasi kopi walau belum memenuhi selera konsumen namun dapat dijadikan dasar dalam proses fermentasi kopi. Pemanfaatan mikroba dalam

proses penepungan jagung dan ubi kayu membuka peluang untuk diversifikasi pangan dan mengurangi kebergantungan akan import tepung terigu.

Pepatah kuno mengatakan bahwa semua penyakit berasal dari perut, sehingga menjaga kesehatan perut menjadi hal yang penting. Penggunaan prebiotik baik pada hewan maupun pada manusia merupakan alternatif yang berkembang saat ini untuk menjaga kesehatan perut yang berdampak pada kesehatan tubuh. Tongkol jagung, bungkil kopra, tandan kosong kelapa sawit yang berlimpah di Indonesia dapat menjadi sumber prebiotik yang tidak bersaing dengan pangan.

Daftar Pustaka

- Ariandi. 2014 Produksi Manooligosakarida dari Bungkil Kopra Menggunakan Mananase *Streptomyces* sp. BF 3.1 [tesis] Bogor. (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Agehara S, Warncke DD. 2005. Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen source. *Soil Sci. Soc. Am.* 69: 1844 – 1855
- Aini N, Hariyadi P, Muchtadi TR, Andarwulan N. 2009. Hubungan sifat kimia dan rheologi tepung jagung putih dengan fermentasi spontan butiran jagung. *Forum Pascasarjana.* 32 (1) :33-43.
- Akpinar O, Erdogan K, Bakir U, Yilmaz L. 2010. Comparison of acid and enzymatic hydrolysis of tobacco stalk xylan for preparation of xylooligosaccharides. *Food Sci Technol.* 43(1):119–125.doi:10.1016/j.lwt.2009.06.025.
- Ali MK, Rudolph FB, Bennett GN. 2004. Thermostable xylanases 10B from *Clostridium acetobutylicum* ATCC824. *J Ind Microbiol Technol* 31: 229-234.
- Araujo P, Ward OP, 1990. Extracellular mannanase and galactanases from selected fungi. *J. Ind. Microbiol.* 6: 171-178.
- Asyariyah, L. 2014. Pembuatan Prebiotik Manooligosakarida (MOS) serta pengujiananya Terhadap Pertumbuhan *Salmonella* sp. dan *Pediococcus pentosaceus* [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Bailey KL, Lazarovits G. 2003. Suppressing soil-borne disease with residue management and organic amendments. *Soil & Tilage Res* 72: 169-180

- [BALIT SEREAL] Balai Penelitian Tanaman Sereal (ID). 2007. Proses pasca panen jagung. [diunduh2013Juni 15]. Tersedia pada: <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/index.html>
- Breccia JD, Sineriz F, Baigori MD, Castro GR, Hatti-Kaul R. 1998. Purification and characterization of a thermostable xylanase from *Bacillus amyloliquefaciens*. *Enzyme Microbiol Tech* 22:42-49.
- Carvalho AFA, Neto PO, Silva DF, Patore GM. 2013. Review :Xylooligosaccharides from lignocellulosic materials: Chemical structure, health benefits and production by chemical and enzymatic hydrolysis. *Food Res Int.* 51(1):75–85. doi:10.1016/j.foodres.2012.11.021.
- Chapla D, Pandit P, Shah, A. 2012. Production of xylooligosaccharides from corncob xylan by fungal xylanase and their utilization by probiotics. *Biores Technol.* 115:215-221. doi:10.1016/j.biortech.2011.10.083.
- Christakopoulos P *et al.* 2003. Antimicrobial Activity of Acidic Xylooligosaccharides Produced by Family 10 and 11 Endoxylanases. *Int J Biol Macromol* 31:171-175.
- Darby HM, Stone AG, Dick RP. 2006. Compost and Manure Mediated Impacts on soilborne pathogens and soil quality. *Soil Sci. Soc. Am.* 70: 347 – 358
- Deobald LA, Crawford D. 2002. Lignocellulose biodegradation. Di dalam: Hurst CJ, Crawford RL, Kudsens GR, McInerney MJ, Stetzenbach LD, editor. *Manual of Environmental Microbiology*. Ed ke-2. Washington: ASM Press.

- Dirjenbun. 2012. Produksi Tembakau Indonesia Setiap Propinsi (ID):Dirjen Perkebunan Departemen Pertanian RI.
- Eckel RH. 2003. A new look at dietary protein in diabetes. *Am J Clin Nutr.* 78:671-672.
- Gilbert HJ, Hazlewood GP. 1993. Bacterial cellulase and xylanases (review article). *J General Microbiol* 139: 187-194.
- Gracia CCL, Sugiyono, Haryanto B. 2009. Kajian formulasi biskuit jagung dalam rangka substitusi tepung jagung. *J Teknol Indust Pangan.* 20(1):32-40.
- Hsu C, Liao J, Chung Y, Hsieh C, Chan Y. 2004. Xylooligosaccharides and Fructooligosaccharides Affect The Intestinal Microbiota and Precancerous Colonic Lesion Development in Rats. American Society for Nutritional Sciences: 1523-1528.
- Kholis MN. 2014. Karakterisasi Xilanase *Streptomyces* sp. BO 3.2 dan Produksi Xilooligosakarida dari Xilan Tangkai Tembakau [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Lara E, Cortes P, Briones V, Perez M. 2010. Structural and physical modification of corn biscuit during baking process. *LWT-Food Sci Technol.* 44:622-630.
- Lee YS, Zhou Y, Park IH, Chandra MRGS, Ahn SC, Choi YL. 2010. Isolation and Purification of Thermostable β -Mannanase from *Paenibacillus illinoisensis* ZY-08. *J Korean Soc Appl Biol Chem.* 53(1):1-7. doi:10.3839/jksabc.2010.001.
- Li K, Azadi P, Collins R, Tolan J, Kim JS, Eriksson KL. 2000. Relationship between activities of xylanases and xylan structures. *Enzyme Microb Technol* 27: 89-94.

- Lin J, Ndlovu LM, Singh S, Pillay B. 1999. Purification and biochemical characteristics of β -D-xylanase from thermophilic fungus, *Thermomyces lanuginosus*-SSBP. *Biotechnol Appl Biochem* 30: 73-79.
- Mendoza NS, Arai M, Kawaguchi T, Yoshida T, Joson LM. 1994. Purification and properties of mannanase from *Bacillus subtilis*. *W. J. Microb. Biotechnol* 10: 551-555
- Meryandini A, Meilani V, Sunarti TC. 2011. Addition of cellulolytic bacteria to improved the quality of fermented cassava flour. *Afr J of Food Sci Technol.* 2 (2) : 30-35
- Meryandini A, Sari MN, Rifianasari R, Wiryawan KG. 2010. Producing Prebiotics From Corncob Using Bacterial Enzymes And The Effect Of Total *Lactobacillus* In Mice Colon. ISISM 4-7 Oktober 2010
- Meryandini A, Sunarti TC, Moko EM. 2010a. Xylooligosaccharida production from corncob xylan using *Streptomyces costaricanus* 45 I-3 enzymes. Conference of Industrial Enzyme and Biotechnology, Serpong 3 Agustus 2010
- Meryandini A, Widosari W, Maranatha B, Sunarti TC, Rachmania N, Satria H. 2009. Isolasi bakteri selulolitik dan karakterisasi enzimnya. *Makara Sains.* 13 (1):33-38.
- Misgiyarta, Suismono, Suyanti. 2009. *Tepung Kassava BIMO Kian Prospektif*. Balai Besar Litbang Pascapanen. <http://www.litbang.deptan.go.id> [12 Des 2009].
- Muhandri T. 2002. Mekanisme proses pembuatan mie berbahan baku jagung. *BulTeknol Pascapanen Pert.* 8:71-79

- Nur HS, Meryandini A, Hamim. 2009. Pemanfaatan bakteri selulolitik dan xilanolitik yang potensial untuk dekomposisi jerami padi. *J Tanah Trop.* 14: 71-80.
- Park GG. 2008. Separation and Identification of Galactosylmanno-oligosaccharides from Hydrolyzate of Brown Copra Meal by *Trichoderma* β -Mannanase. *Appl Biol Chem.* 51(6): 292-295. doi:10.3839/jabc.2008.045.
- Perez J, Munoz-Darado J, Rubia T de la, Martinez J. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose, and lignin : an overview. *Int Microbiol* 5: 53-63.
- Purnomo EH, Sitanggang AB, Agustin DS, Hariyadi P, Hartono S. 2012. Formulation and process optimization of muffin produced from composite flour of corn, wheat and sweet potato. *J Teknol Indust Pangan.* 23(2):165-172.
- Purwadaria T, Haryati T, Darma J, Munazat OI. 1995. In Vitro Digestibility Evaluation of Fermented Coconut Meal Using *Aspergillus Niger* NRRL 337. *Bull Anim Sci. (Special Edition)*.375-381.
- Regalado C, Garcia-Almendarez BE, Venegas-Barrera LM, Tellez-Jurado A, Rodriguez-Serrano G, Huerta-Qchoa S, Whitaker JR. 2000. Production, partial purification and properties of β -mannanase obtained by solid substrate fermentation of spent soluble coffee wastes and copra paste using *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus niger*. *J Sci Food Agric.* 80(9):1343–1350. doi:10.1002/1097-0010(200007)80:9<1343:AID-JSFA651>3.0.CO;2-#.

- Ruiz-Arribas A, Abalos JMF, Sanchez P, Garda AL, Santamaria RI. 1995. Overproduction, purification, and biochemical characterization of a xylanases (xys1) from *Streptomyces halstedii* JM8. *Appl Environ Microbiol* 61(6): 2414-2419.
- Ryan RE, *et al.* 2003. Purification and characterization of a new low molecular weight endoxylanase from *Penicillium capsulatum*. *Enzym Microbiol Technol* 33: 775-785.
- Saha BC. 2002. Purification and characterization of an extracellular β -xylosidase from a newly isolated *Fusarium verticilloides*. *J Industrial Microbiol Biotechnol* 27: 241-245.
- Saha BC. 2003. Hemicellulose bioconversion. *J Ind Microbiol Biotechnol* 30: 279-291.
- Safitri AH. 2014. Produksi prebiotik (Manooligosakarida) dari umbi porang menggunakan mananase *Streptomyces violascens* BF3.10 asli Indonesia [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid ke-1. Ed ke-4. Lukman DR, Sumaryono, penerjemah; Niksolihin S, editor. Bandung: Penerbit ITB. Terjemahan dari: *Plant Physiology*. Ed ke-4.
- Salupi W. 2014. .Produksi Xilooligosakarida dari Tongkol Jagung Menggunakan Bakteri Aktinomisetes [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Sefa-Dedeh S, Cornelius B, Amoa-Awua W, Sakyi-Dawson E, Afoakwa EO. 2004. The microflora of fermented nixtamalized corn. *Int J Food Microbiol*. 96:97-102.

- Silvia, L. 2014. Pengaruh jumlah inokulum pada pembuatan kopi secara fermentasi menggunakan isolat xilanolitik dan proteolitik [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Suarni. 2009. Prospek pemanfaatan tepung jagung untuk kue kering (cookies). *J Penelitian Pert.* 28(2):63-71.
- Subagio A. 2006. Ubi kayu substitusi berbagai tepung-tepungan. *Food Rev Int.* 3:18-21.
- Subranamiyan S dan Prema P. 2002. Biotechnology of Microbial Xylanase: Enzymology, Molecular Biology, and Application. *Crit. Rev. In Biotechnol* 22(1): 33-64
- Sultani MI, Gill MA, Anwar MM, Athar M. 2007. Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed condition. *Int. J. Environ. Sci. Tech* 4: 109 – 118
- Sumarwoto. 2004. Review: Constituen of manan of iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.). *Bioteknologi.* 4(1):28-32. ISSN : 0216-6887.
- Sundu B, Dingle J. 2003. Use of enzyme to improve the nutritional value of palm kernel meal and copra meal. *Proc. Queensland Poult Sci Symp Australia* 11(14):1-15.
- Sunna A, G. Antranikian. 1997. Xylanolytic enzymes from fungi and bacteria. *Crit Rev Biotech.* 17(1):36-67. doi:10.3109/07388559709146606
- Tseng MJ, Yap MN, Ratanakhanokchai K, Kyu KL, Chen ST. 2002. Purification and partial characterization of two cellulase free xylanases from an alkaliphilic *Bacillus firmus*. *Enzyme Microb Technol* 30: 590-595.

- Yanti SD. 2011. Potensi Konsorsium Isolat Bakteri Dekomposer dan Penghasil IAA untuk Memacu Pertumbuhan Kacang Hijau [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Yopi, Awan P, Ahmad T, Heri H. Anondho W. 2006. Preparasi manan dan mananase kasar dari bungkil kelapa sawit. *J Teknol.*4:312-319.
- Zahiroh S. 2013. Fermentasi biji kopi menggunakan bakteri selulolitik, xilanolitik dan proteolitik asal luwak [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan yang berbahagia ini ijin saya menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dan membantu saya dalam menjadikan saya seperti sekarang ini. Perjalanan yang panjang sejak tahun 1987 hingga hari ini saya berdiri di podium ini adalah karunia Allah SWT, sehingga puji dan syukur yang pertama saya panjatkan kepada Allah SWT.

Ungkapan terima kasih saya ucapkan kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memegang jabatan Guru Besar dalam bidang Mikrobiologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam sejak 1 Januari 2012

Penghargaan dan terima kasih saya tujukan kepada Rektor IPB, Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, MSc beserta para Wakil Rektor, Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanah, Prof. Dr. Ir. Tridoyo Kusumastanto, Ketua Senat Akademik IPB beserta seluruh Anggota SA-IPB, Prof. Roedhy Purwanto Ketua Dewan Guru Besar IPB beserta seluruh Anggota DGB IPB serta Kepala LPPM Dr. Prastowo dan jajarannya

Dalam perjalanan panjang pendidikan yang telah saya tempuh, saya mengucapkan terima kasih kepada semua guru-guru saya mulai dari TK Taruna Bakti di Bandung, SD Taruna Bakti Bandung, SMPN 2 Bandung terutama kepada guru Biologi ibu Herlina dan guru di SMAN III Bandung terutama guru Biologi ibu Itje, beliau berdua memperlihatkan betapa menariknya ilmu Biologi. Ungkapan terima kasih saya haturkan pula kepada dosen dosen saya di Jurusan

Biologi F MIPA Universitas Padjajaran, terutama ibu Prof. Dr. Jetty Nurhayati Sajuti dan Dra Gustina, sebagai pembimbing skripsi, serta dosen dosen di Institut Pertanian Bogor dimana saya mengambil program Magister Mikrobiologi yang belum terbentuk saat itu sehingga saya mengambil kuliah dari berbagai Program Studi yang membuat saya memiliki banyak teman dari berbagai departemen. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada ibu Dr. Ir. Ratna Siri Hadioetomo, bapak Dr. Ir. Teguh Santoso dan bapak Dr. Purnomo sebagai pembimbing tesis saya. Kepada Prof. Dr. Gerhard Drews sebagai pembimbing disertasi, saya haturkan banyak terima kasih atas bimbingan dan kekeluarganya hingga sekarang, beliau membuatkan rekomendasi bagi saya saat pengusulan guru besar saya.

Tidak terasa telah 27 tahun saya menjadi staf di Institut Pertanian Bogor bagian dari Departemen Biologi, waktu yang cukup panjang, kepada Ketua Departemen ibu Prof. Dr. Nawangsari Sugiri (alm), bapak drh Ikin Mansjoer Msc, bapak Dr. Ir. Muhammad Jusuf (alm), bapak Prof. Dr. Ir. Dede Setiadi, Prof. Dr. Ir. Alex Hartana, bapak Dr. Ir. Ence Jaya Supena dan bapak Dr. Ir. Iman Rusmana selaku ketua Departemen saya mengucapkan terima kasih atas kebersamannya. Kepada Prof. Dr. Ir. Antonius Suwanto dan Prof. Dr. Ir. Aris Tri Wahyudi saya mengucapkan terima kasih telah bersedia membaca naskah saya ini.

Kepada kolega yang telah bersama sama membimbing mahasiswa, ibu Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, Prof. Dr. Ir. Erliza Noor, Prof. Dr. Ir. Maggy T Suhartono dari Fakultas Teknologi Pertanian, Bapak Dr. Yopi dari Puslit Bioteknologi LIPI, Prof. Dr. Ir. Komang Gede Wiryawan dari Fakultas Peternakan, ibu Dr. Munti Yohana dan ibu

Dr. Widanarni dari Fakultas Perikanan saya ucapkan terima kasih yang tulus atas kerja sama yang begitu baik.

Kepada kolega di departemen Biologi saya mengucapkan terima kasih yang setulusnya atas kebersamaannya yang membuat suasana menjadi nyaman untuk berkarya dan khusus kepada kolega di bagian Mikrobiologi saya ucapkan terima kasih atas kerjasama yang baik dalam mengajar dan membimbing mahasiswa juga untuk persahabatannya selama ini. Suasana yang penuh keakraban dan didasarkan atas saling membantu membuat saya bisa berdiri disini pada hari ini. Terima kasih.

Kepada semua mahasiswa dari strata S1, S2, S3 yang mempercayakan penelitiannya dibimbing oleh saya dan kolega, saya mengucapkan banyak terima. Hasil penelitian kita bersama telah membuahkan berbagai publikasi.

Yang istimewa dan terpenting dalam hidup saya adalah keluarga. Kepada keluarga besarku saya mengucapkan terima kasih yang setulusnya atas doa, kasih sayang dan dukungannya selama ini dalam setiap keputusan yang saya ambil dalam hidup saya. Semoga Allah selalu menjaga kita.

Akhirnya saya menyampaikan penghargaan yang tinggi kepada semua panitia penyelenggara Orasi Ilmiah Guru Besar ini, Dr. Drajat Martianto dan Ir. Retnaningsih serta semua staf Direktorat Administrasi Pendidikan dan Staf DGB IPB. Kepada seluruh Bapak dan Ibu, para undangan yang saya muliakan, saya mengucapkan terima kasih tak terhingga atas kehadirannya dalam acara orasi ini. Saya mohon maaf atas segala kekurangan, kesalahan dan kealpaan baik yang disengaja maupun tidak.

Semoga Allah selalu merahmati kita semua. Aamiin ya Rabbalalamin.

Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarakatuh.



Riwayat Hidup

Nama	: Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S
NIP	: 19620327 198703 2 001
NIDN	: 0027036215
Status dosen	: Dosen Biasa Negeri
Tempat, tanggal lahir	: Bandung, 27 Maret 1962
Jenis Kelamin	: Perempuan
Pangkat/Gol	: Pembina / IVc
Pendidikan Tertinggi	: Jenjang S3, Bidang Mikrobiologi

Skripsi:	Kontaminasi <i>Salmonella sp</i> pada karkas ayam broiler dan penentuan jumlah perkiraan terdekat Salmonella dalam hubungannya dengan populasi kontaminan total serta resistensi Salmonella terhadap beberapa jenis antibiotik. Bimbingan Dra. Jetty Nurhayati Sajuti dan Dra Gustina.
Tesis:	Penetapan serotype H isolate-isolat <i>Bacillus thuringiensis</i> Berl. Dari Sulawesi serta toksisitasnya terhadap beberapa larva serangga. Bimbingan Dr. Ir. Ratna S Hadioetomo, Dr. Purnomo Ronohardjo dan Dr. Ir. Teguh Santoso.
Disertasi:	Insertion und Assemblierung von proteinen des antennenpigment-komplexes I von Rhodobacter capsulatus im in vitro system. Pembimbing Prof. Dr. G. Drews

Pengalaman mengajar

- a. Mata kuliah jenjang S1 di perguruan tinggi ini (IPB) pada tahun 2005

No	Nama Mata kuliah	SKS	Semester	
			Gasal	Genap
1	BIO 100 Biologi	2	√	√
2	BIO 261 Fisiologi Mikrob	3	√	
3	BIO 260 Mikrobiologi dasar	3	√	

- b. Mata kuliah jenjang S2 dan S3 di perguruan tinggi ini (IPB)

No	Nama Mata Kuliah	SKS	Semester	
			Gasal	Genap
1	BTK Fisiologi Sel Molekuler	3	√	
2	BIO Fisiologi Mikrob	2	√	
3	BIO Fisiologi Lanjut	3	√	
4	Praktik Mikrobiologi	2	√	
5	Biologi Aktinomiset	3		√

Pengalaman pekerjaan

No.	Pekerjaan
1.	Staf Bagian Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (1987 – sekarang)
2.	Kepala Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (1999-2003)

No.	Pekerjaan
3.	Bendahara Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI) Bogor (2004 – 2014)
4.	Editor Jurnal MAKARA , Universitas Indonesia (2008 – sekarang)

Instruktur pada kegiatan

No.	Kegiatan
1.	Pelatihan Mikrobiologi bagi dosen Dari Kalimantan dan Nusa Tenggara, Indonesia, Institut Pertanian Bogor (24 Juli – 4 Agustus 2003)
2.	Retooling for Indonesian unemployed graduation in filed of Bioinformatics and Information Technology, IPB-PT Macon, Bogor (September – Desember 2004)

Daftar karya ilmiah yang ditulis

No	Judul Tulisan	Nama Seminar/Jurnal /buku/lainnya	S/J/B/L	Tahun
1	Expression of myrosinase-associated protein in <i>E. coli</i>	Hayati Vol 6 hlm 6-9	J	1999
2	Survival of <i>Clostridium botulinum</i> Endospores isolated from Bogor	Mikrobiol. Indones. Vol.6 hlm 58 – 60	J	2001
3	Characterization of three benzoate degrading anoxygenic photosynthetic bacteria isolated from the environment	Biotropia 17: 9 – 17	J	2001

No	Judul Tulisan	Nama Seminar/Jurnal /buku/lainnya	S/J/B/L	Tahun
3	Identification of <i>Clostridium botulinum</i> isolates from Bogor	Hayati Vol. 9 hlm 24 – 26	J	2002
4	Identification of mannanase producing bacteria and characterization of the enzyme	Mikrobiol. Indones. Vol.8 hlm 31 - 33	J	2003
5	Characterization of extracellular protease from <i>Clostridium bifermentans</i> R14-1-b	Mikrobiol. Indones. Vol. 9 No 1 pp 9-12	J	2004
6	Chitinase characterization from <i>Clostridium bifermentans</i> Sp2-1	Hayati vol 11 No2 pp 59-62	J	2004
7	Penapisan <i>Streptomyces</i> sp. Penghasil Protein Penghambat β laktamase	Hayati vol 11 No3 pp88-92	J	2004
8	Characterization of extracellular protease from <i>Clostridium lituseburens</i> Me1-3 from Meraran lake in Nusa Tenggara Timur	Mikrobiol. Ind. Vol. 10 No 1 pp 45-47.	J	2005
9	Characterization of extracellular protease from <i>Clostridium bifermentans</i> T11-3 from Tiu Jeruk River NTB	Biota, Vol XI No 1 pp 47-51	J	2006

No	Judul Tulisan	Nama Seminar/Jurnal /buku/lainnya	S/J/B/L	Tahun
10	Characterization of <i>Streptomyces</i> spp SKK1-8 Xylanase.	Hayati 13: 151-155 .	J	2006
11	Screening and characterization of proteolytic <i>Streptomyces</i> spp local strain.	Mikrobiol. Ind. Vol. 1 No 2: 69 – 73	J	2007
12	<i>Streptomyces</i> spp. Strain C1-3 Xylanase.	Hayati 14: 115-118.	J	2007
13	Characterization Of <i>Streptomyces</i> sp. 45I-3 Xylanase.	BIOTROPIA Vol. 14:32-42	J	2007
14	Using <i>Streptomyces</i> Xylanase To Produce Xylooligosacharide from Corncob.	BIOTROPIA 15:119-128	J	2008
15	Purification and characterization of <i>Streptomyces</i> sp SKK1-8 xylanase.	MAKARA 12:55-60	J	2008
16	Isolation of mannanolytic bacteria and characterization of its mannanase.	Biota 13:82-88	J	2008
17	Pencirian mananase <i>Streptomyces</i> costaricanus 45I-3	JIPI 13:1-6	J	2008
18	Pemanfaatan bakteri selulolitik dan xilanolitik yang potensial untuk dekomposisi jerami padi.	J tanah tropika 14 (1): 71-80	J	2009

No	Judul Tulisan	Nama Seminar/Jurnal /buku/lainnya	S/J/B/L	Tahun
19	Characterization and purification a specific xylanase showing arabinofuranosidase activity from <i>Streptomyces</i> spp 234P-16.	Biodiversitas 10: 115-119	J	2009
20	Isolasi bakteri selulolitik dan karakterisasi enzimnya.	MAKARA 13: 33-38	J	2009
21	Penggunaan xilanase <i>Streptomyces</i> sp 45I-3 amobil untuk hidrolisis xilan tongkol jagung.	J Teknol & Indust Pangan XX: 9-16	J	2009
22	Activity of proteolytic and amyolytic enzymes from <i>Bacillus</i> spp isolated from shrimp ponds.	Microbiol Indon 3: 67-71	J	2009
23	Addition of cellulolytic bacteria to mproved the quality of fermented cassava flour	Afr. J. Food Sci. Technol 2:30-35	J	2011
24	Characterization of <i>Bacillus</i> sp strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth for promoting rhizobacteria	J Microbial. Antimicrobials 3:34-40	J	2011

No	Judul Tulisan	Nama Seminar/Jurnal /buku/lainnya	S/J/B/L	Tahun
25	Isolation and identification of an agar-liquefying marine bacterium and some properties of its extracellular agarases	Biodiversitas 12: 192 – 197.	J	2011
26	Effect of microwave treatment on acid and Enzymes susceptibilities of sago pith.	Procedia Chemistry 4: 301 – 307.	J	2012
27	Yeast isolation for bioethanol production.	HAYATI 19: 145-149	J	2012
28	The use of lactic acid bacteria and cellulolytic bacteria to improve the chemical properties of corn flour.	Makara J Science 17 (3): 75-80	J	2013
29	Characterization of bacterial mannanase for hydrolyzing palm kernel cake to produce manno-oligosaccharides prebiotics.	Media Peternakan 36 (3): 192-196 DOI: 10.5398/medpet.2013.36.3.192	J	2013
30	Bioethanol Production from Hydrolyzed cassava starch with repeated-batch fermentation by <i>Saccharomyces cerevisiae</i> immobilized on cassava bagasse.	Jurnal Teknologi Industri Pertanian 24:20-27	J	2014

Kerja sama penelitian

No.	Penelitian
1.	Balai Penelitian Veteriner : Isolasi Clostridium penghasil protease dan karakterisasi enzimnya (2002 – 2004)
2.	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Kloning dan Identifikasi Gen-gen Penyandi Enzim Xilanase Tahan Panas dari <i>Streptomyces</i> sp. 45I-3 Asal Kalimantan (2007 - 2009)
3.	Departemen Teknologi Industri, FATETA, IPB. Pemanfaatan tongkol jagung untuk pembuatan bioetanol dan prebiotik, Fermentasi kopi (2006 – sekarang)
4.	Departemen Nutrisi, Fakultas Peternakan, IPB. Produksi prebiotik dan pemanfaatannya untuk suplemen pada pakan ternak (2009 – sekarang)